

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
كلية الهندسة

المستوى
الوجاهي

الهندسة الوصفية

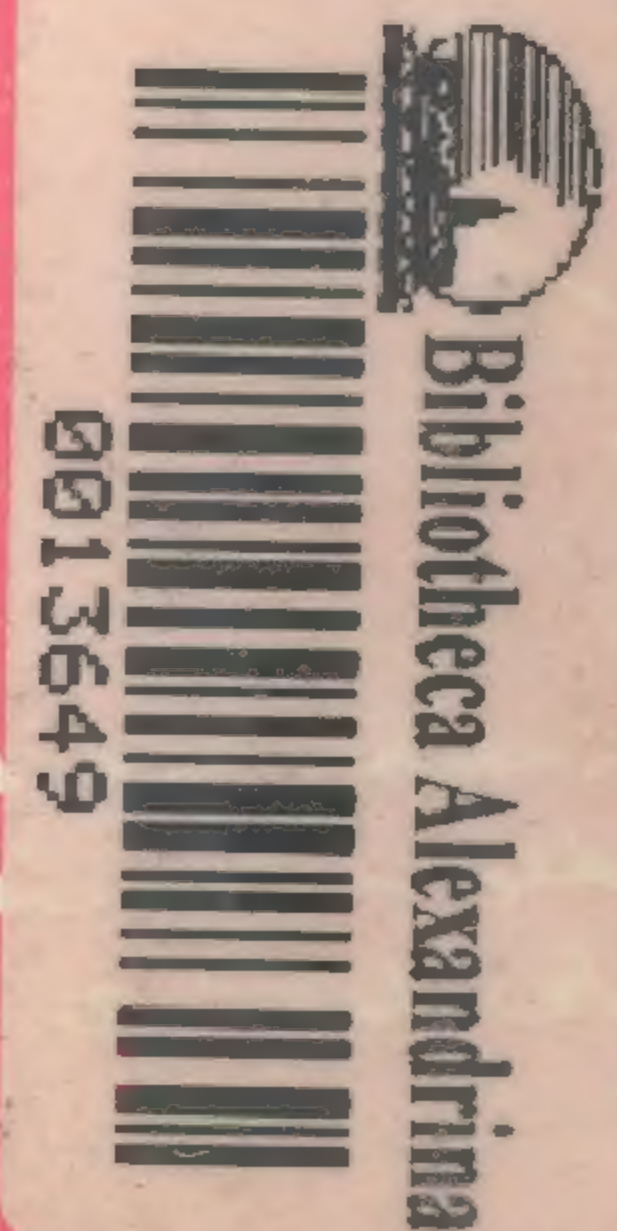
تأليف

مدحت فضيل فتح الله

الطبعة السابعة المنقحة ١٩٨٦

طبع على نفقة جامعة بغداد

١٩٨٦



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد

كلية الهندسة

الهندسة الوصفية

تأليف

مدحت فضيل فتح الله (ماجستير هندسة مدنية)

رئيس المهندسين في وزارة الري

استاذ مشارك في جامعة بغداد ومحاضر في

جامعة الموصل وجامعة السليمانية

وجامعة الحكمة والكلية الفنية

العسكرية سابقاً

طبع على نفقة جامعة بغداد

مطبعة جامعة بغداد

كلمة المؤلف للطبعة الاولى

لما كان طلاب الكليات والمعاهد الهندسية يفتقرون الى كتاب في الهندسة الوصفية بلغة الصاد وبالنظر الى اختباراتي في هذا الفرع وممارستي لتدريسه ردحا من الزمن فقد وطئت العزم على جمع شتات هذه المادة معتمدا على احداث المصادر واعمقها بحثا ليكون شاملا لمفردات المنهج المقرر في هذا الموضوع قدر المستطاع يعينهم على تفهم مادته ويبلغ بهم الى ميناء النجاح وقد الحقت كل فصل بعدد من المسائل المخطولة مع بيان طريقة العمل بخطوات واوضحت المسائل بالرسوم الجسمانية والتصويرية احيانا بالاضافة الى الرسوم الوصفية . وختمت الفصل بتمارين متعددة ومتنوعة ، ولم يفتني ان اثبت في نهاية الكتاب معجما للكلمات العلمية المستعملة في هذا الموضوع باللغة العربية وما يقابلها بالانكليزية تيسيرا للطلاب على تتبع المصادر المطبوعة باللغة الانكليزية . ولا بد لي من ان اقدم شكري الجزيل لكل من ابلى مساعدا وتشجيعا على طبع هذا الكتاب واخراجه الى حيز الوجود اخص منهم سيادة الدكتور ناجي عبدالقادر عميد كلية الهندسة ببغداد على تشجيعي في المضي قدما في طريق الداب على اخراج هذا المؤلف ، وسيادة الاستاذ خضوري فرجو الذي راجع مسودة الكتاب من ناحيته اللغوية ، والمهندس خاجاك كرميت وقد مد الي يد العون في نقل الرسوم وضبطها . هذا واذا اؤمل ان اكون قد وفقت في هذا المؤلف لفائدة طلابنا في الكليات والمعاهد الهندسية العراقية . ارجو ان اكون قد اديت خدمة ثقافية متواضعة لعراقنا العريق . والله ولي التوفيق .

بغداد / ١٩٦٣

مدحت فضيل فتح الله

كلمة المؤلف للطبعة الخامسة

بناء على نفاذ نسخ الطبعة الرابعة من كتاب الهندسة الوصفية والذي تم طبعه في ٧ نيسان ١٩٧٥ ونظرا لحاجة طلبة الجامعات والمعاهد والكليات الهندسية والفنية والتكنولوجية الى هذا الكتاب ونزولا لرغبة اساتذة الهندسة الوصفية والرسم الهندسي في تلك المؤسسات فقد وطدت العزم على اعادة طبعه بعد اجراء بعض التنقيحات عليه وازضافة بعض التمارين التطبيقية اليه ليتسنى للطلبة الاعزاء الاستفادة من الموضوع قدر الامكان وجعله يتصل بمسائل تكون اقرب الى مخيلته وشعوره من المسائل والتمارين الخيالية او النظرية البحتة او المجردة . ولا بد لي في هذه الكلمة الوجيزة من تقديم جزيل شكري الى كل من ساعد او شجع او عمل على اخراج هذه الطبعة للظهور وخاصة اساتذة الهندسة الوصفية والرسم الهندسي ورؤساء الاقسام في المؤسسات الهندسية العراقية المذكورة اعلاه او العاملين فيها او في مطبعة الزمان .

كذلك اري لزاما علي ان اشكر جامعة بغداد التي ساعدت على نشر هذا الكتاب في الطبعة السابقة التي ظهرت في سنة ١٩٧٥ . وختاما ارجو ان اكون قد وفقت في تادية خدمة ثقافية متواضعة لعراقنا العريق ، في الاسهام بعملية التعريب التي نحن بامس الحاجة اليها ، خاصة وان عراقنا ذو التراث المجيد والحاضر المزدهر اخذ يخطو نحو المستقبل باسم للوصول الى موقعه اللائق به ، عسى ان يصل الى ميناء السلام والامان باذن الله الذي منه العون والتوفيق .

مدحت فضيل فتح الله

بغداد في ٢ تشرين اول ١٩٧٧

كلمة المؤلف

بناء على نفاذ نسخ الطبعة الأخيرة من كتاب الهندسة الوصفية ونظرا لحاجة طلاب المعاهد والكليات الهندسية والتكنولوجية الى هذا الكتاب فقد وطدت العزم على اعادة طبعه مع اجراء بعض التنقيحات وضافة عدد من التمارين على بعض فصوله ، وزيادة بعض التمارين العامة والتطبيقية في آخر الكتاب .

هذا ولابد لي ان اشير في هذه الكلمة الموجزة الى كتاب وزارة التعليم العالي والبحث العلمي المرقم ٧ / ٢٣ / ٢٦٤٤٩ والمؤرخ في ١٩ / ١٠ / ١٩٧٧ الذي تقرر بموجبه ان يكون الكتاب الذي بين ايدينا كتابا منهجيا في الصفوف الأولى لكليات الهندسة والهندسة التكنولوجية في جامعات القطر ، وكما اقترتها لجنة شؤون التعليم - مكتب السيد نائب رئيس مجلس قيادة الثورة لقد درست موضوع الهندسة الوصفية في كلية الهندسة بجامعة بغداد زهاء ٢٠ سنة وفي الكلية الفنية العسكرية ٤ سنوات وفي كلية الهندسة بجامعة السليمانية سنة واحدة (١٩٧٤) . لذا فاني اعتبر اعادة طبع وتنقيح الكتاب من صلب واجبي لأن للعلم والبلد حقا علينا ، فما هذا العمل المتواضع الا جزء يسير من الواجب المفروض على اعضاء هيئة التدريس في الجامعات أوكل من عمل في حقل التعليم . والله ولي التوفيق .

مدحت فضيل فتح الله

بغداد ١٥ / آب / ١٩٧٨

الاهداء

الى كل من يحترم ويعلم

حب العمل

والعمل بمحبة

من اجل اسعاد الآخرين في كل زمان ومكان

اهدي هذا الكتاب

الفصل الاول

مقدمة

لمحة تاريخية

تبحث الهندسة الوصفية في تمثيل الاشكال الهندسية في الفراغ وما تحويه من نقط ومنحنيات ومستقيمات وسطوح واجسام ، تمثيلا بيانيا على سطح مستو فهي اذن اللغة التي يتخاطب بها المهندسون والفنيون والرياضيون من الناحيتين العلمية والثقافية ، لما لها من توسيع للمدارك وقابلية للتصور في تحقيق النظريات الفراغية تحقيقا علميا .

يرجع تاريخ الهندسة الوصفية إلى اعرق العصور أي منذ مولد تاريخ الفن وقد وجدت في آثار البابليين والفراعنة معلومات تدل على اطلاع اولئك الاقدمين على مساقط افقية ووجهات لائنية تدل على معرفتهم للموضوع .

ان اول علماء الهندسة الوصفية هو فيتروفيوس (M. Vitruvius) اليوناني الذي بحث في كتابه (De Architectura) موضوع الاسقاط على مستويين متعامدين منذ ما يقرب من الالف سنة وكان الاسقاط المركزي او المنظور معروفا عند قدماء الاغريق والرومان على ان استعمال هذا النوع من الاسقاط بصورة منتظمة بدىء به في ايطاليا في القرن الخامس عشر حين ظهر سنة ١٤٣٦ كتاب عن المنظور بعنوان (Della Pictura Libritre) لمؤلفه ليون باتستا البرتي ، وبفضل كتبه تقدم الفن المعماري منذ ذلك الحين في ايطاليا ولا زال حتى يومنا هذا ، وظلت ايطاليا في طليعة دول العالم في موضوع الفن المعماري .

ان الفضل الاعم لتقدم الهندسة الوصفية الحديثة يرجع الى المهندس الفرنسي جاسبارد مونج (١٧٤٦ - ١٨١٨) (Gaspard Monge) والذي باشر بالتقاء محاضراته عام ١٧٩٥ في مدارس فرنسا . وقد ألف

كتباً عديدة في الموضوع وكان اولها في سنة ١٧٩٨ ، واصبحت مؤلفاته
بعدئذ تدرس في كافة المعاهد الهندسية والفنية العالية . بعد ان كانت
الهندسة الوصفية سرا من الاسرار العسكرية او لغزا يستعمل في
الحروب . وقد عمت طريقته « طريقة مونج في الاسقاط » او الاسقاط
على مستويين متعامدين كافة مدارس العالم الهندسية ولا تزال تسمى
باسمه الى هذا اليوم .

فوائد الهندسة الوصفية وتطبيقاتها :

قلنا ان الهندسة الوصفية تساعد على تقوية التصور وتوسيع خيال
الطالب فهي تفيد جميع المهندسين والفنيين في وصف كافة الاعمال
الهندسية والتصاميم ، وبالنسبة للرياضيين فانها تساعدهم على حل
المسائل الرياضية المتعلقة بالاشكال المجسمة بطرق سهلة وسريعة معا .
اما تطبيقات الموضوع اضافة لما تقدم فيمكن الاستفادة منه في
الاعمال التالية : —

- ١ — تستعمل طريقة الاسقاط المركزي وطريقة الاسقاط المائل في اعطاء
الظلال بحيث تظهر المجسمات اقرب الى التصور او كما تراه
عدسة العين وآلة التصوير .
- ٢ — استعمال طريقة مونج وطريقة الاسقاط الايزومتري في حل المسائل
الفراغية في موضوع الميكانيك والفيزياء والفلك .
- ٣ — استعمال طريقة مونج وطريقة الاسقاط الرقعي في عمل الخرائط
الطوبوغرافية والجغرافية .
- ٤ — اتباع طريقة الاسقاط العمودي في تصميم السدود والطرق
والجسور والمكائن المختلفة .
- ٥ — الاستفادة من الاسقاط العمودي والاسقاط الرقعي في علم طبقات
الارض وفي اكتشاف الثروات المعدنية والمياه الجوفية ، وفي بعض
الفنون والاعمال العسكرية .
- ٦ — حل الكثير من المسائل المتعلقة بالهندسة المصارية وهندسة النقط
والهندسة الميكانيكية والهندسة المدنية بطرق سريعة وسهلة .

تعريف هندسية اولية :

- الشكل : هو مجموعة النقاط والخرائط والسطوح .
- الجسم : هو كل ما يشغل حيزا من الفراغ وله طول وعرض وارتفاع اي الابعاد الثلاثة .
- السطح : هو الحد الفاصل بين الجسم والفراغ الذي يحيطه وله طول وعرض فقط .
- والسطح نوعان مستو ومنحن .
- المستوي : او السطح المستوي هو السطح الذي لو عينت فيه نقطتان ووصل بينهما بخط مستقيم لكانت كل نقاط المستقيم وامتداده واقعة في المستوى .
- المستقيمان المتوازيان : هما المستقيمان اللذان يلتقيان في اللانهاية ولا يمكن وطود نقطة تقاطعهما ضمن حدود الورقة او الفراغ القريب .
- المستويان المتوازيان : هما المستويان اللذان يلتقيان في اللانهاية ولا يمكن وجود مستقيم تقاطعهما ضمن حدود الورقة او الفراغ القريب .
- المستقيمان المتآفران : هما المستقيمان اللذان لا يلتقيان مهما امتدا . او هما المستقيمان اللذان لا يقعان في مستو واحد .
- الخط المستقيم العمودي على مستو : هو المستقيم الذي يكون عموديا على جميع المستقيمات الواقعة في هذا المستوى سواء تقطع او لا .
- المستقيم الشاقولي هو المستقيم الذي يكون عموديا على مستوى سطح البحر ويمكن تصويره انه يمر من مركز الارض وباتجاه الجاذبية .
- الزاوية الزوجية : هي الزاوية المحصورة بين مستويين وتقاس بمقدار الزاوية المحصورة بين خطين مستقيمين واقعين كل في مستو ، ومن نقطة واقعة على مستقيم تقاطع المستويين ، وكل من هذين المستقيمين عمود على مستقيم التقاطع المذكور .
- الزاوية المحصورة بين مستقيمين متآفرين : هي الزاوية المحصورة

بين اي مستقيمين مرسومين من نقطة واحدة ، بحيث يوازي احدهما المستقيم الاول وثانيهما المستقيم الثاني .
آثر خط مستقيم على مستو : هي نقطة تقاطع المستقيم بالمستوى المعلوم .

نظريات في الهندسة المجسمة :

فيما يلي بعض النظريات الهندسية والتي سيستفاد منها في الفصول التالية في الهندسة الوصفية :

- ١ - لا يمكن امرار اكثر من مستو واحد بين مستقيمين متقاطعين .
- ٢ - المستوى المار بمستقيمين متوازيين يحتوي على مستقيم ثالث يقطعهما .
- ٣ - اذا تقاطع مستويان فانهما يتقاطعان بخط مستقيم ، وجميع نقاط هذا المستقيم واقعة في كل من المستويين .
- ٤ - يمكن تعيين المستوى من معرفة خطين متوازيين ، او متقاطعين او بخط ونقطة خارجة عنه او بثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة .
- ٥ - اذا تعامد مستقيم مع مستقيمين آخرين في نقطة تقاطعهما ، كان المستقيم عموديا على مستوى هذين المستقيمين .
- ٦ - اذا تعامد مستقيم ومستو ، فان كل مستقيم يوازي هذا المستقيم المعلوم يكون عموديا على هذا المستوى .
- ٧ - اذا تعامد مستقيمان على مستو معلوم ، كان المستقيمان متوازيين .
- ٨ - اذا تعامدت عدة مستويات مع مستقيم واحد ، كانت هذه المستويات متوازية .
- ٩ - اذا تعامدت عدة مستويات مع مستو واحد ، فليس من الضروري ان تكون هذه المستويات متوازية فيما بينها .
- ١٠ - اذا قطع مستو معلوم مستويين متوازيين ، كان خطا التقاطع متوازيين .
- ١١ - اذا تعامد مستويان متقاطعان على مستو ثالث كان مستقيم

تقاطعهما عموديا على المستوى الثالث .

١٢ - اذا قطع مستويان متقاطعان بمستوى ثالث عمودي على خط تقاطعهما كان خطا تقاطع المستويين والمستوى الثالث متعامدين مع خط تقاطع المستويين .

١٣ - اذا تقاطع مستقيمان ، وكافا يوازيان مستقيمين آخرين متقاطعين ، فان الزاوية بين المستقيمين الاولين تساوي الزاوية بين المستقيمين الآخرين . ويكون مستوى المستقيمين الاولين موازيا لمستوى المستقيمين الآخرين .

١٤ z - اذا توازت عدة مستقيمات ، كانت مساقطها على أي مستوى متوازية أيضا .

١٥ - اذا تعامد مستقيمان ، كان مسقطاهما على مستوى مواز لهما متعامدين أيضا .

١٦ - مسقط مستقيم على مستوى مواز له ، يساوي طوله الحقيقي .
١٧ - المحل الهندسي للنقاط المتساوية البعد عن ثلاث نقاط هو المستقيم العمودي على مستوى الدائرة المار بالنقاط الثلاث ومن مركزها .

١٨ - المحل الهندسي للنقاط التي مجموع بعدها عن نقطتين ثابتتين هو السطح البيضوي الناتج من دوران مستوى القطع الناقص حول محوره الكبير .

١٩ - المحل الهندسي للنقاط التي تبعد بعدا معلوما عن مستقيم معلوم هو سطح الاسطوانة القائمة المنتظمة والتي محورها هو ذلك المستقيم المعلوم ونصف قطرها يساوي نفس البعد المعلوم .

٢٠ - المحل الهندسي للنقاط المتساوية البعد عن نقطتين معلومتين هو المستوى العمودي على المستقيم الواصل بين النقطتين ومن منتصفه .

٢١ - المحل الهندسي للنقاط المتساوية البعد عن مستويين معلومين هو المستوى النصف للزاوية بينهما .

٢٢ - المحل الهندسي للنقاط التي نسبة بعدها عن نقطتين ثابتين متساو
دائم هو كرة أبولونيوس .

الاسقاط :

إذا رسمت من عدة نقاط لجسم أو شكل ما مستقيمت تلتقي في نقطة فإن هذه المستقيمت قد تقطع مستويا في الفراغ ، لو وضع هذا المستوى بين النقطتين والشكل أو وراء الشكل فإن هذه المستقيمت تقطع المستوى المذكور بنقاط . ولو وصل بين هذه النقاط بخطوط لنتج ما نسميه (بالمسقط) أو مسقط الشكل الأصلي على هذا المستوى الذي ندعوه (مستوى الاسقاط) ، كما ان المستقيمت المذكورة تدعى مستقيمت الاسقاط (Projectors) وتدعى نقطة تلاقي مستقيمت الاسقاط ، مركز الاسقاط ، والعميلة كلها تدعى بالاسقاط .

فإذا كانت نقطة الاسقاط قريبة نسبيا أي إذا كانت مستقيمت الاسقاط ملتقية في نقطة واحدة سمي المسقط بالمسقط المركزي ، أو المنظور (انظر شكل ١) .

وإذا كانت نقطة الاسقاط في اللانهاية كانت مستقيمت الاسقاط متوازية ، وسمي المسقط ، المسقط المتوازي للشكل الأصلي (شكل ٢) وإذا كانت مستقيمت الاسقاط المتوازية مائلة على مستوى الاسقاط سمي الاسقاط « مائلا » ، وأما إذا كانت مستقيمت الاسقاط المتوازية عمودية على مستوى الاسقاط ، سمي الاسقاط « اسقاطا عموديا » وهذا هو هدفنا بصورة رئيسية في موضوع الهندسة الوصفية .

تعريف في الاسقاط :

مستويات الاسقاط الرئيسية : هي ثلاثة مستويات متعامدة على بعضها مثنى مثنى ويكون احدها ايقيا ويسمى بالمستوى الافقي (The Horizontal Plane) ويكون الاثنان الآخران شاقولين ويدعى احدهما المستوى الوجهي (The Frontal Plane) والآخر المستوى الجانبي للاسقاط (The Side Plane)

الاشعة الاسقاطية
PROJECTORS

مستوي الاسقاط
PROJECTION PLANE

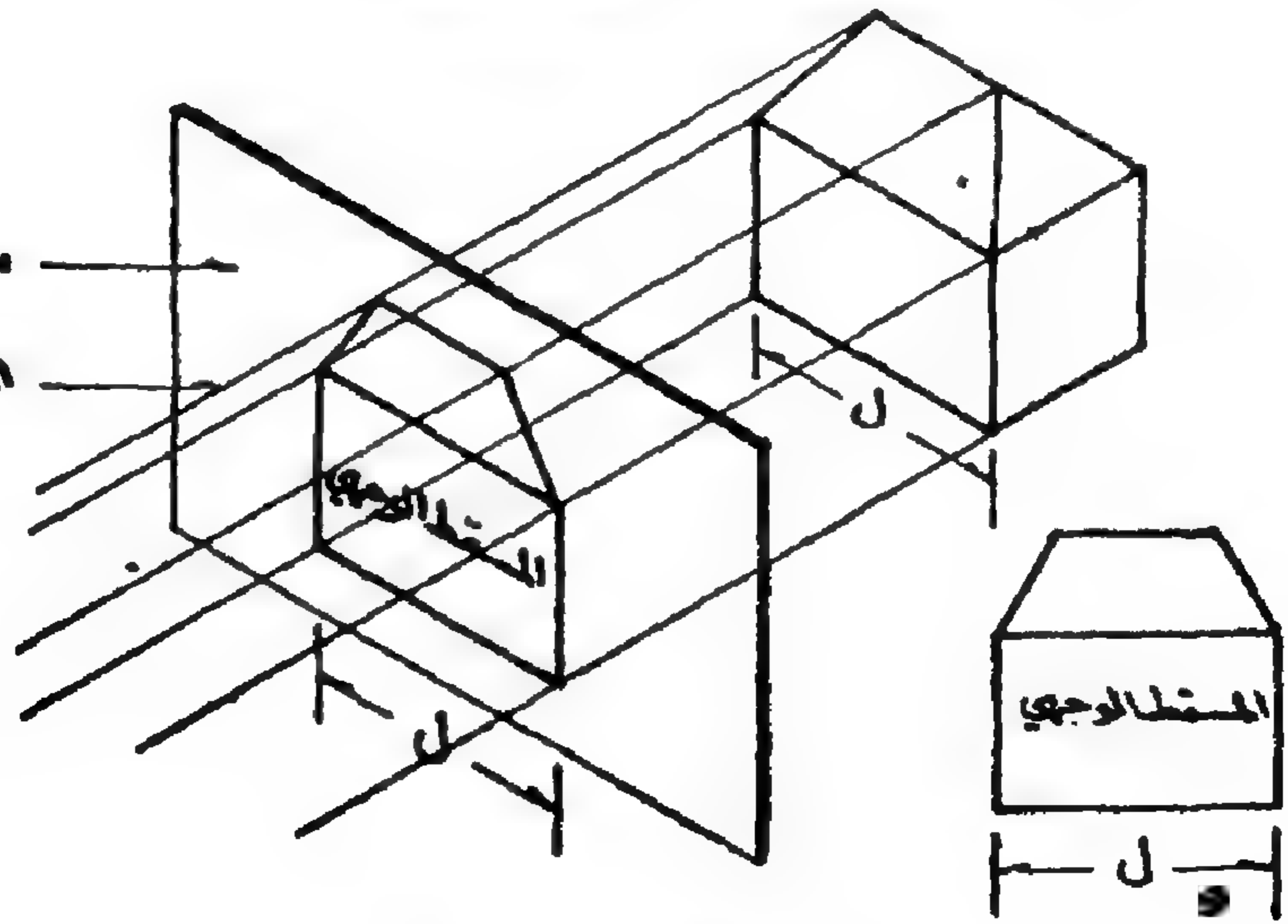
المسقط
VIEW

مركز الاسقاط
(او النقطة الثابتة)
EYE (STATION POINT)

شكل (١) الاسقاط المركزي
(او المنظور)
PERSPECTIVE PROJECTION

مستوي الاسقاط

الاشعة الاسقاطية



شكل (٢) الاسقاط العمودي
ORTHOGRAPHIC PROJECTION

مستقيـمات تقاطع المستويات الرئيسية للاسقاط او مستقيـمات الطي :
هي المستقيـمات التي تمثل مستقيـمات تقاطع مستويات الاسقاط
الرئيسية ، وتكون هذه المستقيـمات متعامدة على بعضها مثنى مثنى
ووجودها او تمثيلها يدل على ان المستويات كانت متعامدة في الفراغ
قبل ان تدور وتصير في مستوى الورقة (انظر شكل ٣) .
خط الارض : وهذا هو اسم خاص لمستقيم تقاطع المستويين الافقي
والوجهي .

نقطة الاصل : وهي نقطة تقاطع مستقيـمات الطي الثلاثة (اي المحاور
الاصلية الثلاثة) . او هي نقطة تقاطع ثلاثة مستقيـمات متعامدة على
بعضها مثنى مثنى .

المسقط العمودي لنقطة على مستو : هو موضع تلاقي مستقيم
الاسقاط العمودي على المستوى من النقطة .

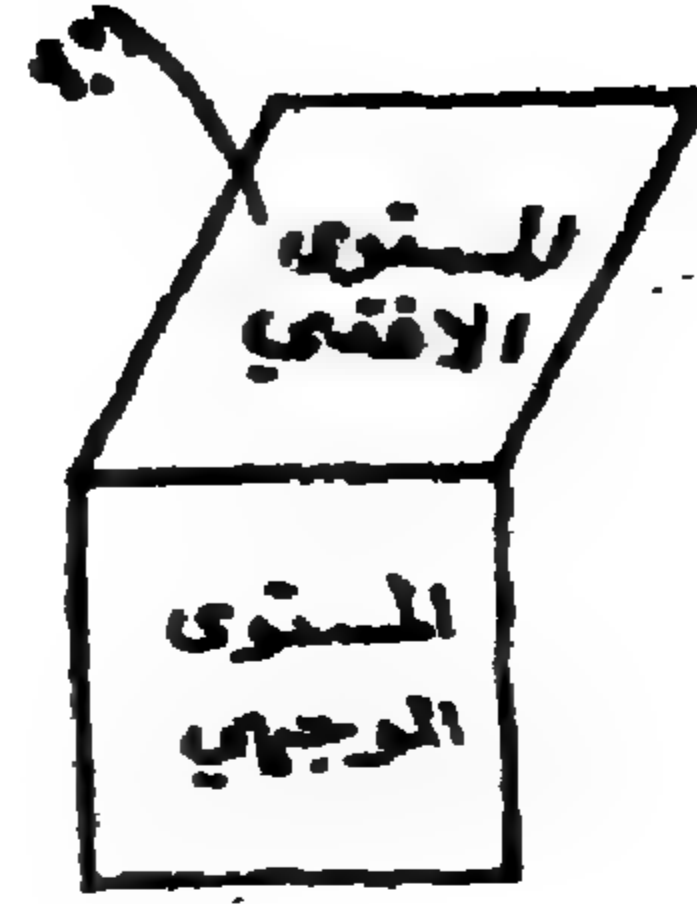
المسقط العمودي لمستقيم على مستو : هو الخط الواصل بين
مسقطي أية نقطتين من خط المستقيم على ذاك المستوى .

وسنـعني في ما يلي من بحث في هذا الكتاب (بكلمة اسقاط)
الاسقاط العمودي سواء في تمثيل النقاط او المستقيـمات او المستويات
او في مواضيع الدوران او التعامد او غيرها .

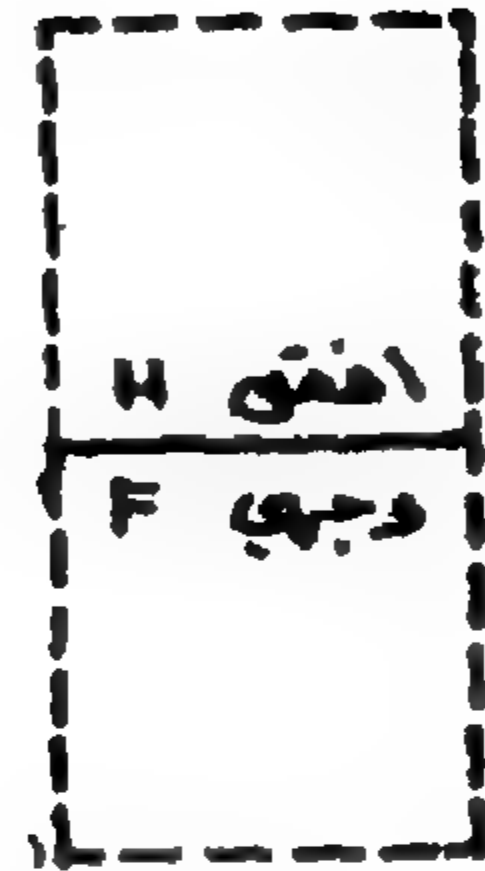
طرق الاسقاط :

تختلف طرق الاسقاط بالنسبة الى حاجتها وخدمتها ومزيتها لكل
غرض من الاغراض :

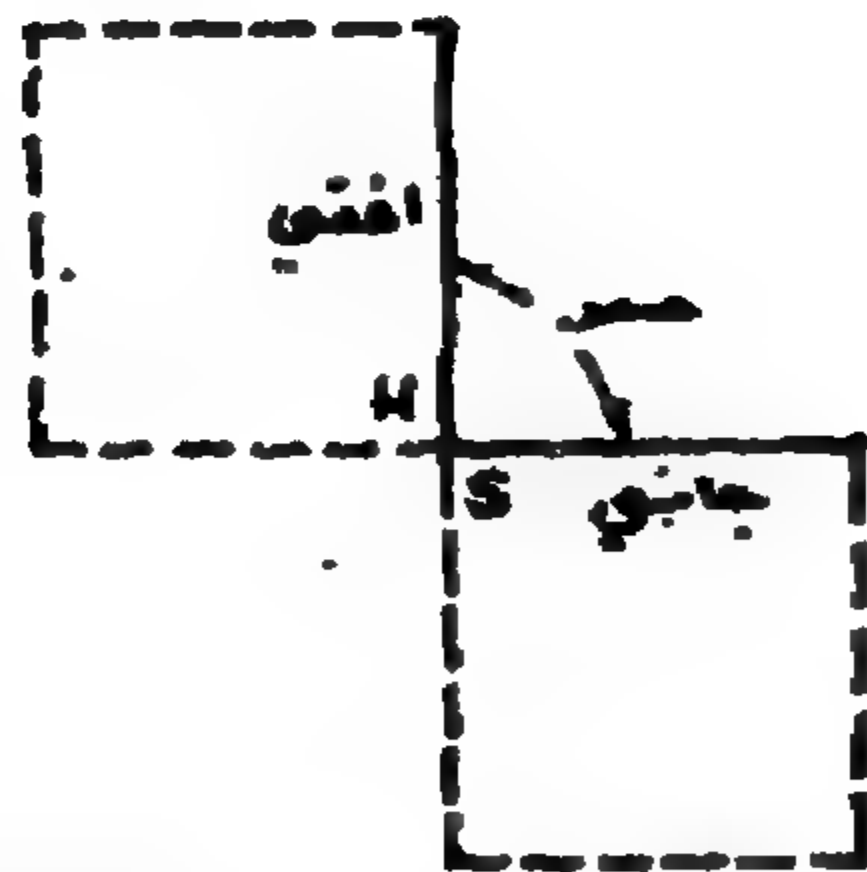
آ - الاسقاط المركزي او المنظور : وهو اوضح طرق الاسقاط
للمجسمات ، من حيث اتفـاقه مع الصورة التي تظهر في عدسة
الكاميرا أو العين ، ولكن من شوائبه عدم ظهور زوايا الشكل
وابعاده بأطوالها الحقيقية ، ويستغرق رسمه وقتا طويلا نسبيا .
ب - الاسقاط المتوازي المائل : وتكون الاشعة الاسقاطية متوازية .
ويستعمل في الظل والظلال لاعتبار الاشعة الضوئية القادمة من
الشمس متوازية ، وهي تعين اتجاه الاسقاط او اتجاه الاضاءة في
مسائل الظلال .



F/S FOLDING LINE



H/F FOLDING LINE



H/S FOLDING LINE

شكل (٢) مستقيجات تقاطع
مستويات الاسقاط
الرئيسية
(مستقيجات الطوى)

ج - الإسقاط الأكسونومتري ، أو الإسقاط بالمحاور : ويدعى أيضا الأيزومتري أي الرسم ذا المقياس الواحد بالنسبة للأبعاد الثلاثة لجسم ما وبهذا النوع من الإسقاط يمكن الحصول على مجسمات سهلة التصور ، ويمكن معرفة أبعادها الحقيقية أيضا ويستعمل هذا النوع من الإسقاط في وصف الأجسام التي يراد توضيحها للعمال والصناع . وقد تستعمل مقاييس وزوايا مختلفة في الإسقاط الأكسونومتري .

د - الإسقاط العمودي على مستوى واحد : ويدعى بالإسقاط الرقعي أحيانا ويستعمل في الخوارط المسح الطبوغرافية لإظهار ارتفاعات سطح الأرض الطبيعية وانخفاضاتها بصورة واضحة على مستوى واحد . وتستعمل في تخطيط القنوات والمبازل والطرق والسكك والجسور والنواظم وغيرها من الأعمال الهندسية . واستعملت هذه الطريقة من الإسقاط في باريس سنة ١٨٢٣ ميلادية . والفكرة هي أن تضع إلى جانب كل نقطة منسوبها أو ارتفاعها بالنسبة إلى مستوى المقارنة والذي قد يكون على الأكثر مستوى سطح البحر ، وقد تستعمل أحيانا الألوان المختلفة كما في رسم الخوارط الطبيعية الجغرافية .

هـ - الإسقاط العمودي على مستويين : وهذه هي طريقة مونج في الإسقاط وهي أسهل الطرق من حيث تعيين الأبعاد الصحيحة للأجسام والأشكال التي تسقط أسقاطا عموديا . وهذه الطريقة التي يستفيد منها المهندسون والفنيون بمختلف اختصاصاتهم .

تمارين على الفصل الاول

١ - ارسم الواجهة الامامية والمسقط الاقوي للبناء الرئيسة (الادارة) لكلية الهندسة (أو اية بناء قريبة معروفة في البلد) وذلك باتباعك طريقة مونج في الاسقاط ، بمقياس ١ الى ١٠٠ . ضع الابعاد الضرورية لتوضيح الرسم .

٢ - في السؤال السابق ، ارسم الظل على المسقطين المذكورين والنتائج من اشعة الشمس المتوازية والآتية من الجهة اليسرى للرسم ، وتصنع ٤٥ درجة مع الافق .

٣ - المطلوب تمثيل كل مما يأتي ، متبعا الاسقاط الرقمي : -
تل ذو ارتفاع قليل ، جبل ذو قمة عالية ، جبل ذو قمتين احدهما أعلى من الاخرى ، بحيرة أو منخفض .

٤ - ارسم خارطة سطح العراق بمقياس ١ الى ٤ ملايين وضع الواثا مختلفة عليها ومبيناً الارتفاعات الآتية فوق مستوى سطح البحر :
صفر ، ٢٠٠ متر ، ٥٠٠ متر ، ١٠٠٠ متر ، ٢٠٠٠ متر .

٥ - ارسم مجسماً بالاسقاط الايزومتري لشكل له مساقط معلومة (يختار الاستاذ مسقطين أو ثلاثة مساقط لجسم مناسب ومستوى الطالب في هذه المرحلة) .

٦ - كم مستقيم من مستقيحات الطي الثلاثة يكون أفقياً ؟ كم مستو من مستويات الاسقاط

الرئيسية الثلاثة يكون أفقياً ؟

٧ - ما الفرق بين الاسقاط المتوازي النازل والاسقاط العمودي بصورة عامة ؟ واتى منها

بفضل ويسهل استعماله في الهندسة الوصفية ؟

الفصل الثاني

تمثيل النقطة

يقصد بتمثيل النقطة تعيين مساقط النقطة على مستويات الاسقاط الرئيسية الثلاثة والنقطة كما نعلم هي موضوع تقاطع مستقيمين ، وهي ما ليس لها ابعاد ، أي ليس لها طول او عرض او ارتفاع .

ولقد بدأنا بتمثيل النقطة لأن من حركتها تتولد الخطوط . والمستقيم هو عبارة عن نقطتين ، أي اذا عرفت نقطتان عرف المستقيم المار بهما ، وهو مستقيم واحد لا ثاني لهما ، ومن معرفة المستقيمتين لشكل ما تُعين مسطوحه ومستوياته ، ومن معرفة المستويات يصبح الشكل معروفا وواضحا لذا فنستعمل موضوعنا في تمثيل النقطة لأنها أساس في الموضوع وهي النواة التي يجب أن يفهم تمثيلها جيدا .

وسنمثل النقاط على ورق المربعات لأنه سهل قياس بعد النقطة عن كل من مستويات الاسقاط الرئيسية . وسيرمز للنقطة الأصلية في الفراغ بحرف ذي حجم كبير نسبيا ، أما مساقطها فتشمل بحرف صغير مع فتحات (جمع فتحة) .

فالنقطة (أ) هي النقطة الفراغية ، أما مسقطها من المستوى الافقي فنسمّله هكذا ٦ ومسقطها الوجهي ٦ وكذلك مسقطها الجانبي ٦ . واذا انطبقت نقطة فراغية مثل ل على مسقطها الافقي مثلا فيرمز للمسقط والنقطة سوية ل ، ل .

مثال : المطلوب تمثيل النقطة ن .

الحل : لتمثيل النقطة ن أي لتعيين مساقطها على مستويات الاسقاط الرئيسية الثلاثة ، ننزل شعة عمودية من النقطة ن حتى تقطع مستويات الاسقاط في المواضع ن ، ن ، ن (انظر الشكل ٤ أ) ، ثم ننزل من هذه المساقط مستقيمت عمودية على مستقيمت الطي . وبعد ذلك

تفتح مستوى الاسقاط الاقضي والجانبى ٩٠ درجة بالانجاء المبين بالرسم ، بحيث ينطبق كلاهما على المستوى الوجهى للاسقاط ، أي ان الثلاثة الان في مستو واحد . ثم نضع المستويات الثلاثة في وضعية توازي مستوى الورقة فيظهر الرسم كما في شكل (٤ ب) ، حيث نجد المياقات الثلاثة للنقطة ن عوضا عنها . واخيرا يمكننا حذف حدود المستويات الثلاثة مع بقاء مستقيمت الطي فقط .

الاستنتاج : يستنتج من الشكل (٤) ما يلي :

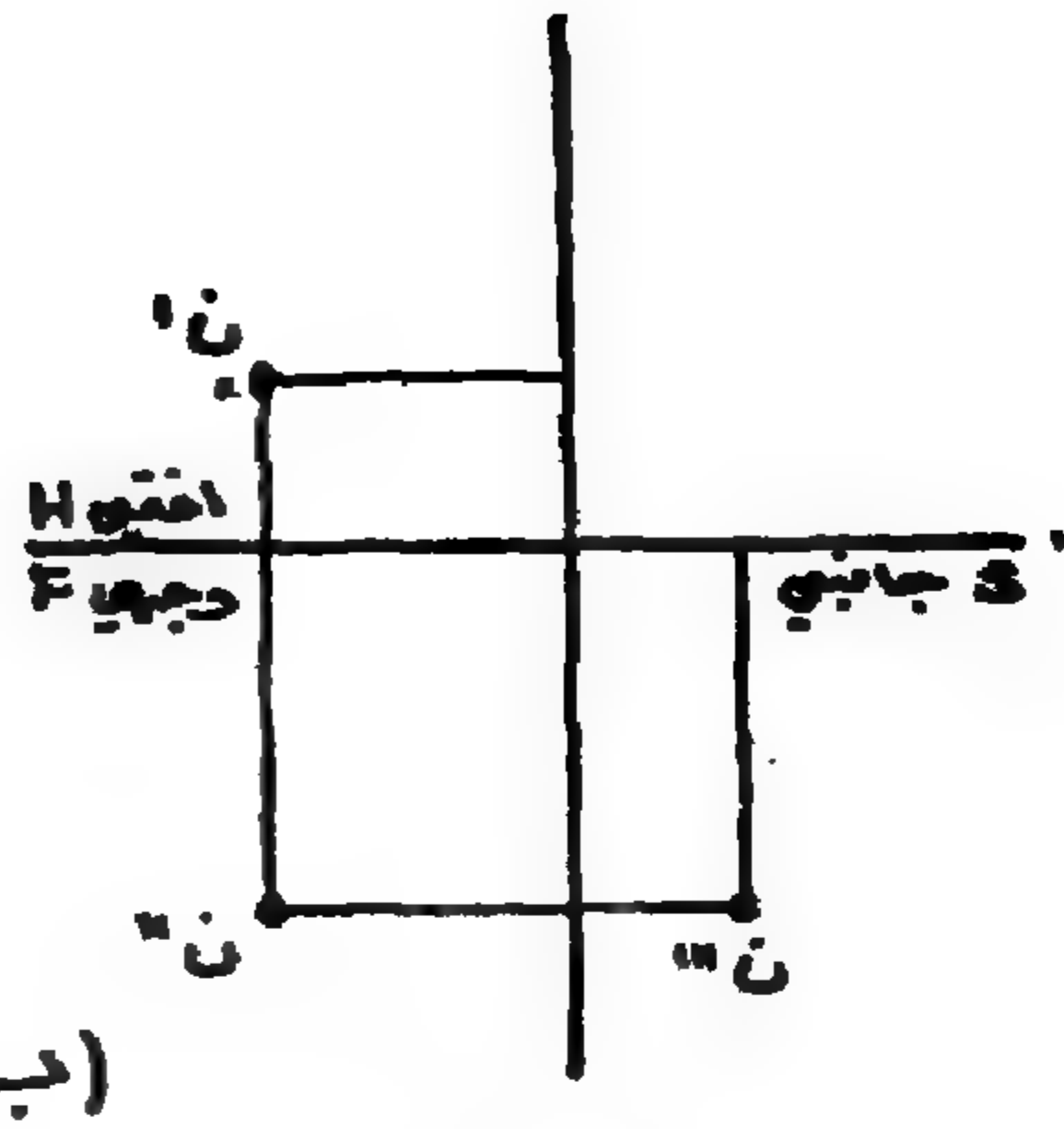
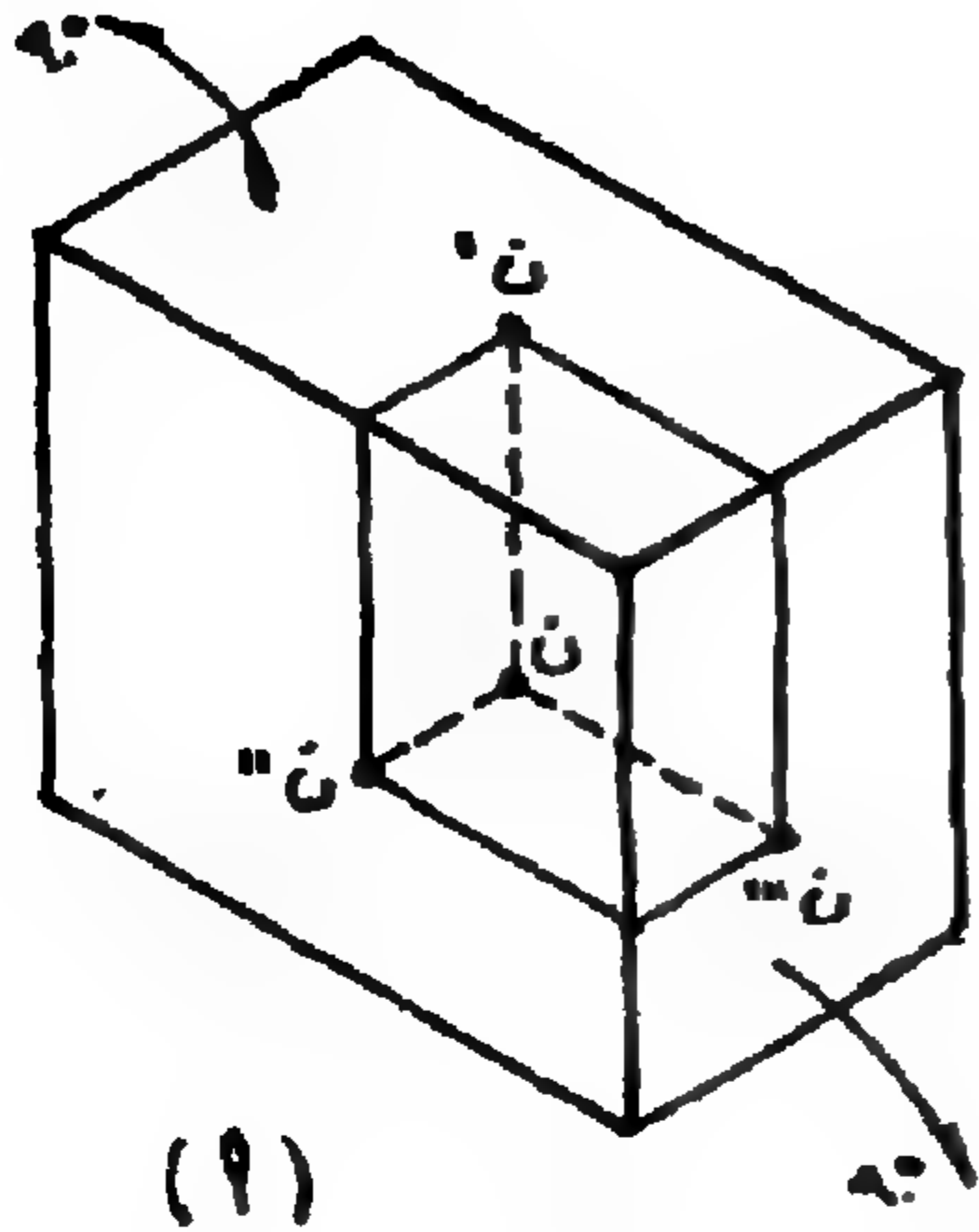
- ١ - يقع كل مسقطين متجاورين (أي في مستويين متجاورين) على شعاع واحد عمود على مستقيم الطي بين هذين المستويين .
 - ٢ - يتعين كل مسقط في مستو من مستويات الاسقاط يبعدين ، هما بعدا النقطة الاصلية في الفراغ عن مستويي الاسقاط الاخرين .
 - ٣ - يظهر المسقطان المتجاوران بأبعاد متعاكسة عن مستقيم الطي والمستويين المتجاورين .
 - ٤ - بعد مسقط النقطة في المستوى الجانبى عن مستقيم طي المستويين الجانبى والوجهى (المحور الشاقولي) = بعد مسقط النقطة الاقضى عن مستقيم طي المستويين الاقضى والوجهى (خط الارض) .
- (انظر شكل ٤ ب) .

مسألة ١ : المطلوب تمثيل النقطة (١) التي تبعد عن المستوى الاقضى

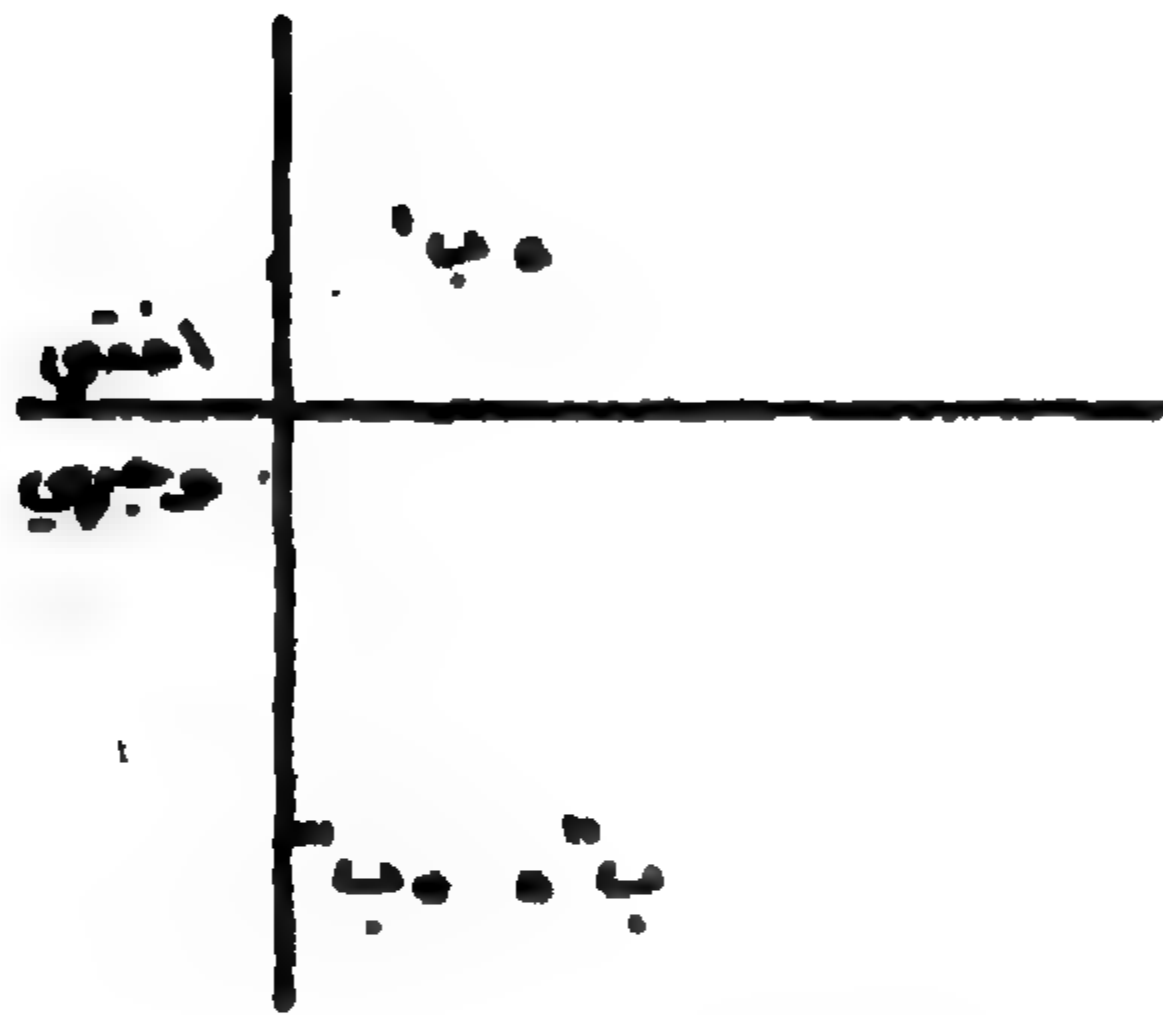
٨ سنتمترات (أو ٨ وحدات) وعن المستوى الوجهى - ٢ سم وعن المستوى الجانبى ٤ سم .

ملاحظة : يمكن وضع ابعاد النقطة عن المستويات الرئيسية هكذا

(٨ ، ٢ - ٤) أي ان البعد الاول يمثل بعد النقطة عن المستوى الاقضى وبهذا يتصور الطالب ان للنقطة بعدا واحدا شاقوليا وهو بعد النقطة عن المستوى الاقضى . أما البعدان الآخران فهما اقليان، ويمثلان بعدي النقطة عن المستوى الوجهى والمستوى الجانبى على التوالي (انظر الشكل ٤ ب) .



شکل (۴) تمثيل النقطة



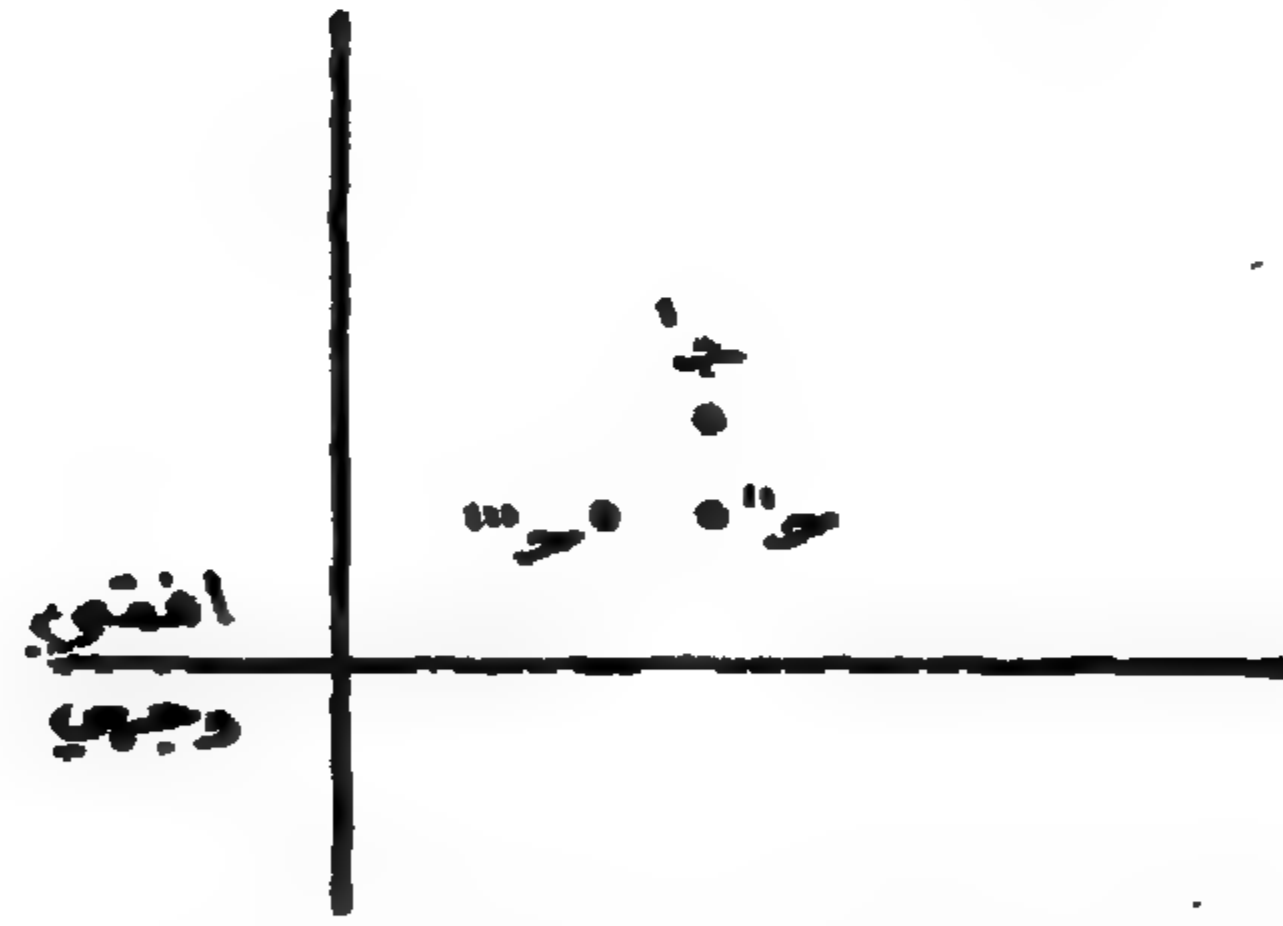
ب (۵-۷-۷)



پ (۴-۳-۸)



د (۶-۴-۷)



ج (۷-۵-۲)

شکل (۵) مسائل محاولة على تمثيل النقطة
(ملاحظة: كل اسم يمثل اربع وحدات من احدات التفاضل)

مسألة ٢ : المطلوب تمثيل النقطة ب [٥ - ٣ ، ٧]

ففي هذه الحالة نجد أن بعد النقطة عن المستوى الجانبي سالب، فتلاحظ في الشكل (٥ ب) أن مسقط النقطة الجانبي لا يتغير بناء على عدم تغير بعدي النقطة عن المستوى الافقي والوجهي ويلاحظ أن مسقطي النقطة الافقي قد غيرا موقعيهما واصبحا في الاتجاه الثاني بالنسبة لمستقيمات الطي .

مسألة ٣ : المطلوب تمثيل النقطة ح [٧ - ٣ ، ٥]

نلاحظ في الشكل (٥ ح) أن المساقط الثلاثة للنقطة ح تظهر في جهة واحدة وواقعة فوق خط الارض وعلى يمين مستقيم تقاطع المستويين الافقي والجانبي .

مسألة ٤ : المطلوب تمثيل النقطة د [صفر ، - ٤ - ٦]

نلاحظ في تمثيل النقطة (د) أن مسقطيها الوجهي والجانبي ينطبقان على خطوط الطي وذلك لوقوع النقطة في المستوى الافقي . أما المسقط الافقي فيظهر وكأنه في المستوى الجانبي (لماذا ؟) هل تظهر النقطة (د) في الرسم وأين ؟

تمارين على تمثيل النقطة

١ - عين النقاط التالية على ورق مربعات واعتبر كل اسم في الورقة يمثل وحدتين من ابعاد النقاط .

أ (٧ ، ٤ ، ٥)

ب (٢ ، ٨ ، ٤)

ح (٠ في ٧ ، ٧)

د (٧ ، ٠ ، ٣)

٢ - عين النقاط التالية والتي تحتوي على بعد سالب أو أكثر عن مستويات الاسقاط .

هـ (٦ ، ٨ - ، ٨ -)

و (٥ - ، ٥ ، ٥ -)

ز (٥ - ، ٥ - ، ٥)

ح (١ - ، ٦ - ، ٣ -)

٣ - عين النقطة ن (٤ ، ٤ - ، ٤) على مستويات الاسقاط الثلاثة ، هل تظهر النقطة الفراغية ن أم لا ؟

٤ - أوجد بعد النقطة ف (٩ ، ٧ ، ٣) عن نقطة الاصل وحقق النتيجة بالرياضيات .

٥ - أوجد المسافة بين النقطتين التاليتين بعد تعيينها على ورقة المربعات :-

س (صفر ، ٣ ، ٤)

ع (٨ ، صفر ، ٥)

٦ - أي من النقطتين أقرب الى نقطة الاصل (ج) أم (ل) ، علما أن أحداثياتهما هي كالآتي :-

ح (صفر ، ٨ ، صفر) ، ل (٦ ، صفر ، ٥)

وضح بالرسم وحقق النتيجة بالرياضيات .

- ٧ - أي من النقطتين أقرب الى النقطة ١ (١ ، ١ ، صفر) /
(ف) أم (ص) ؟ علما بأن احداثياتهما هي كالآتي : -
ف (صفر ، صفر ، ٧) ، ص (٣ - ، ٥ - ، ٤ -)
ملاحظة : الاسقاط على المستوى الجانبي غير ضروري .
٨ - المطلوب تمثيل النقاط التالية في الاسقاط الايزومتري .

د (٢ ، ٢ ، ٢)

ن (٧ ، ٤ ، ٢)

س (٢ ، صفر ، ٧)

ع (٢ - ، صفر ، صفر)

ف (٢ - ، ٤ - ، ٥ -)

ص (صفر ، ٤ - ، ٤ -)

- ٩ - جد البعد بين النقطتين أ ، ل بالرسم فقط الى أقرب ملتر :

أ (٤ - ، ٢ - ، ٧) ل (١ - ، ٨ ، صفر)

الجواب (١٣ر٢)

- ١٠ - جد بالرسم طول قطر متوازي المستطيلات الذي ينطبق أحد

رؤوسه على نقطة الاصل ، ويقع أحد اوجيهه في المستوى الوجهي

للاسقاط اذا كان الرأس المقابل لنقطة الاصل هو النقطة (٧ ، ٣ ، ٥) .

الفصل الثالث

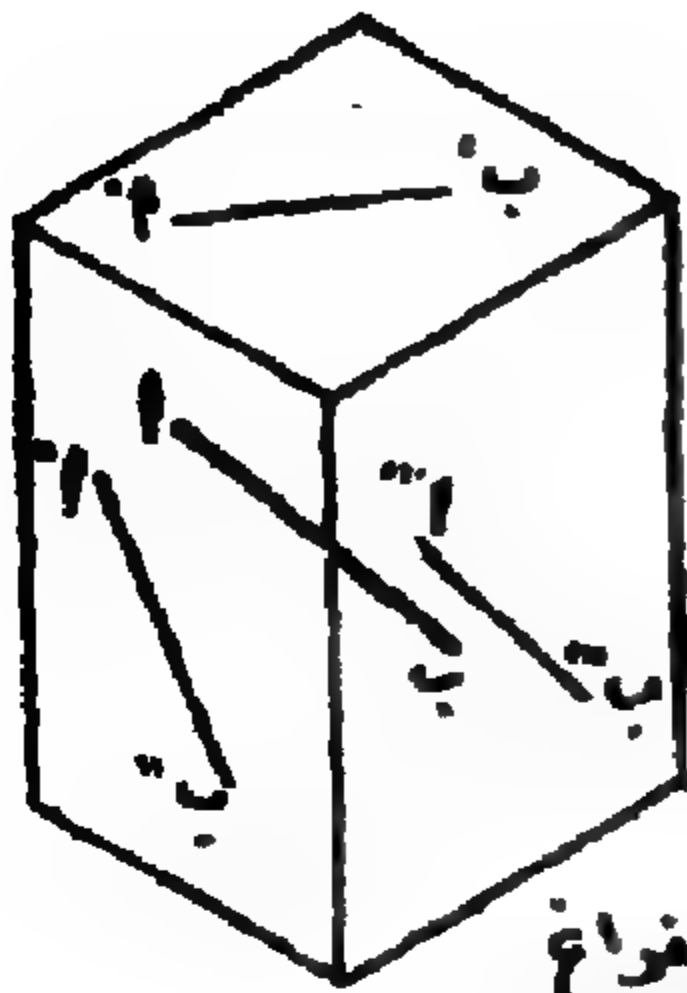
تمثيل المستقيم

المقصود بتمثيل المستقيم ، تعيين مساقط المستقيم على مستويات الاسقاط الرئيسية ، ومن المعلوم ان المستقيم يتعين بنقطتين من نقاطه . فاذا ما علمنا مساقط نقطتين منه ، فان المستقيم او بعبارة اخرى مساقط المستقيم يكون معلوما تماما .

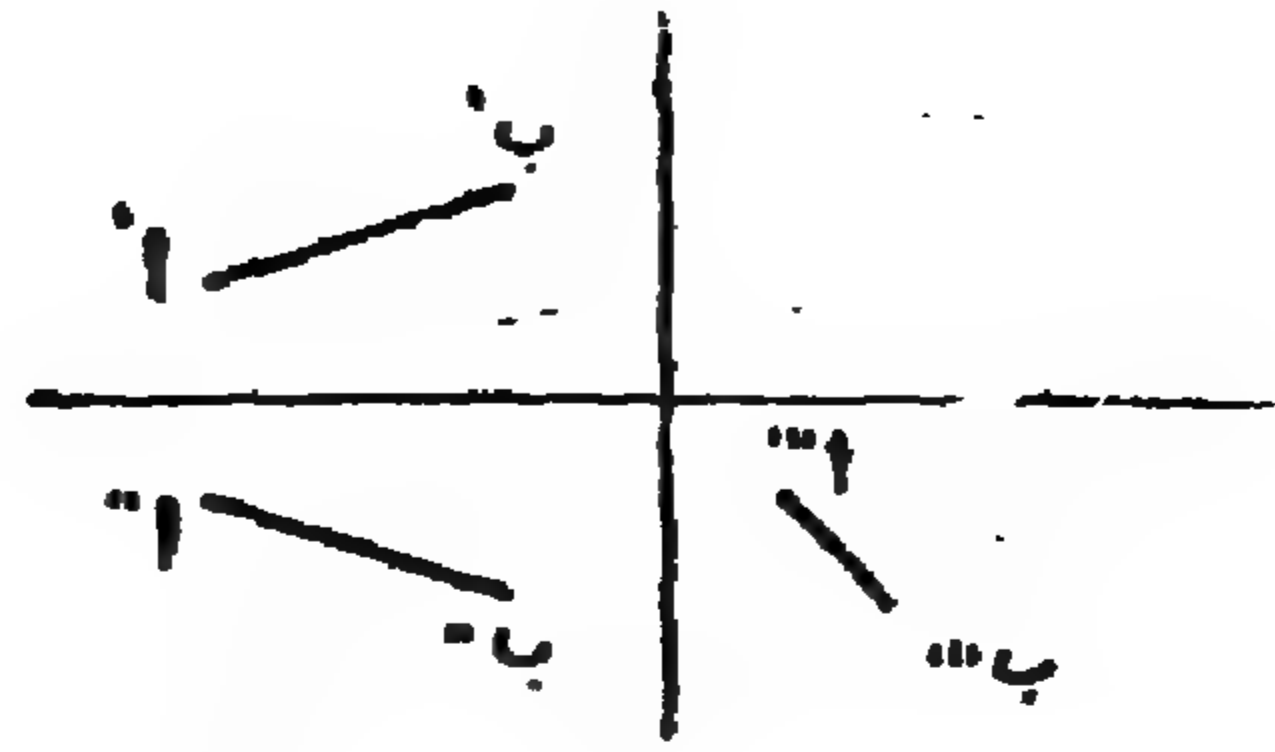
يكون المستقيم في الفراغ بعده أوضاع بالنسبة الى مستويات الاسقاط الرئيسية وسنبحث كل حالة او وضعية على حدة . وسنقسم الحالات كما يلي :

١ - عندما يكون المستقيم بوضع عام اي لا يوازي احد مستويات الاسقاط الرئيسية ولا يكون عموديا على احدها .
ومن ملاحظة الشكل (٦ أ) نجد ان مساقط المستقيم هذا تظهر اقصر طولاً من المستقيم الحقيقي في الفراغ ولا يمكننا في الوقت الحاضر اي قبل التعمق في موضوع الهندسة الوصفية ان نميز طول المستقيم الحقيقي من معرفة مساقطه ، ولا ايجاد الزوايا التي يصنعها مع مستويات الاسقاط الرئيسية ، بل كل ما يمكننا معرفته في الوقت الحاضر ان احدى نقاطه تبعد بعدا معلوما عن كل من مستويات الاسقاط .

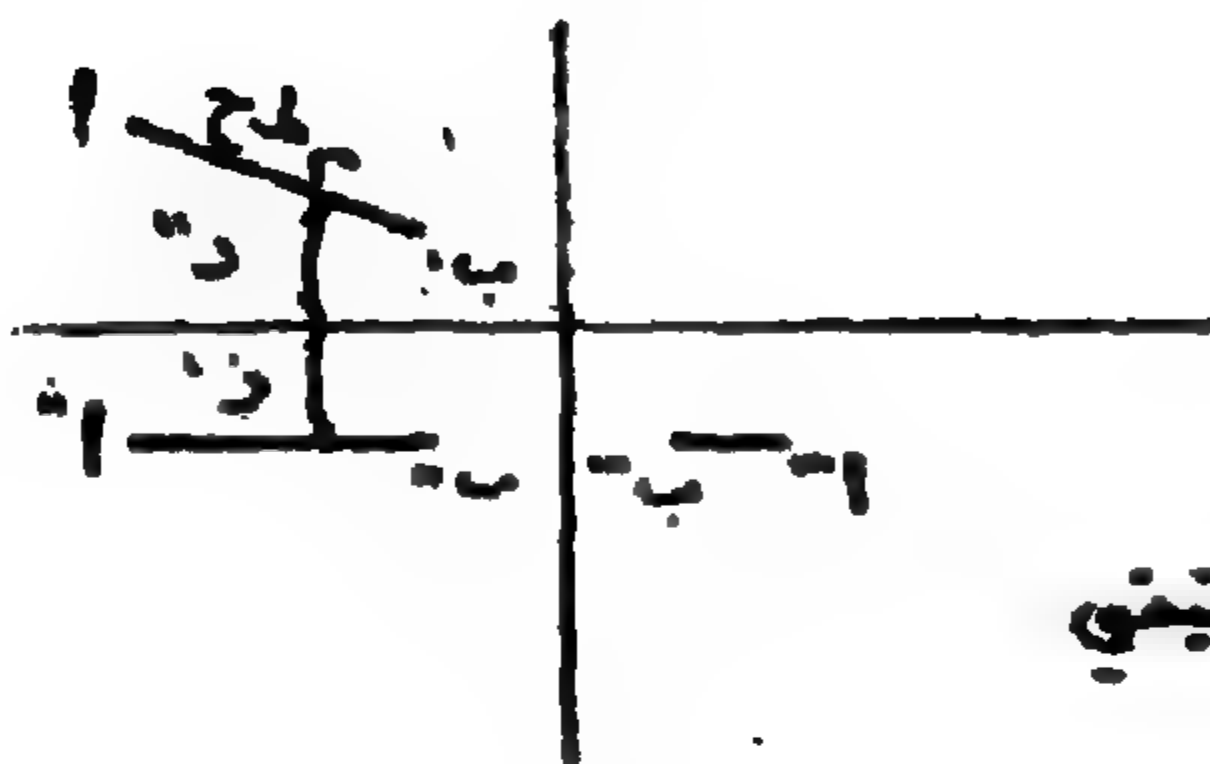
وكما لا يخفانا ان بإمكاننا تصور المستقيم من معرفة مسقطين فقط من مساقطه الثلاثة ويكون الثالث مساعدا فقط او لغرض التحقيق ، او بعبارة اخرى اذا علمنا مسقطين لمستقيم ، فمن السهولة تعيين المسقط الثالث وذلك بنقل مساقط نقطتين منه من مستويين من مستويات الاسقاط والى المستوى الثالث . انظر الشكل (٦ ب) .
٢ - الحالات الخاصة : وهي ان يكون للمستقيم علاقة باحد المستويات الرئيسية الثلاثة للاسقاط أو أحد المحاور الرئيسية وسنأخذ



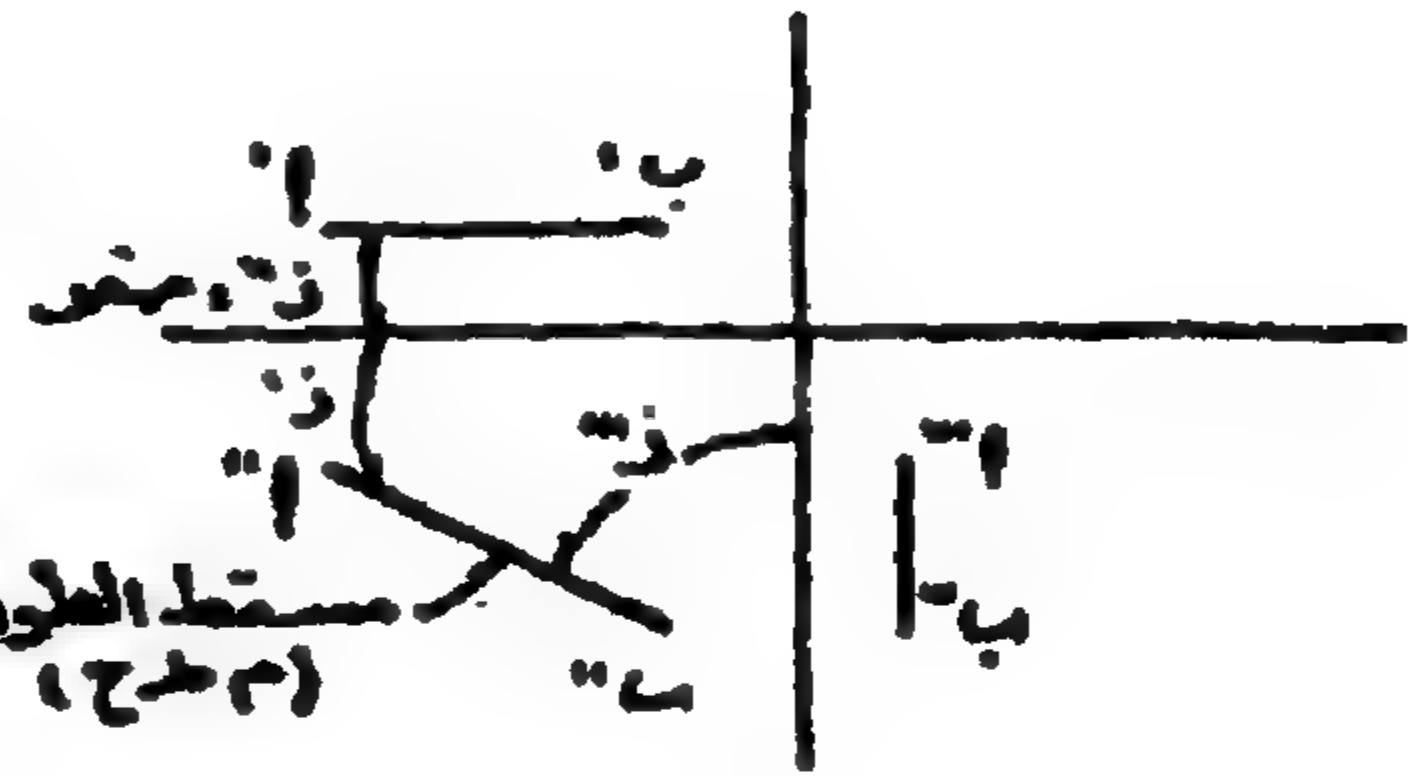
(أ) المستقيم في الفراغ



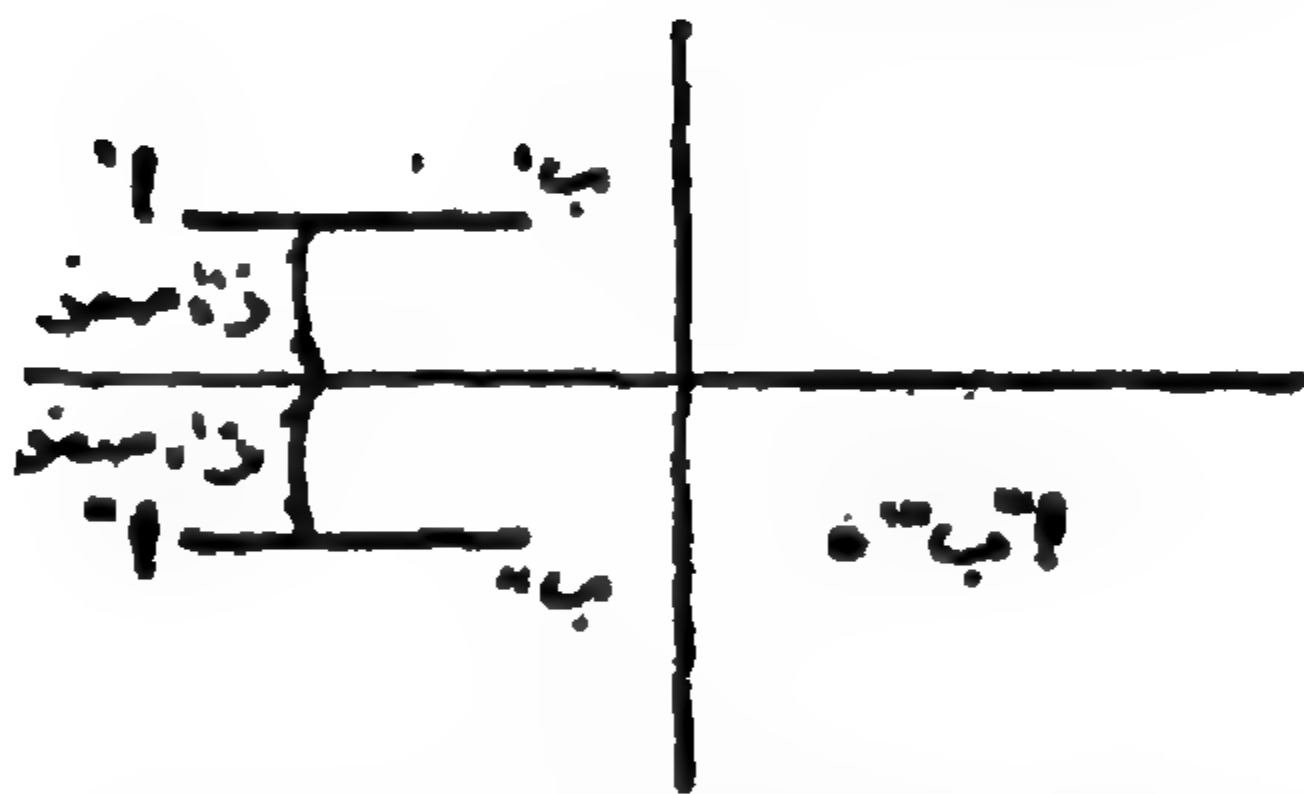
(ب) تمثيل مستقيم في وضع عام



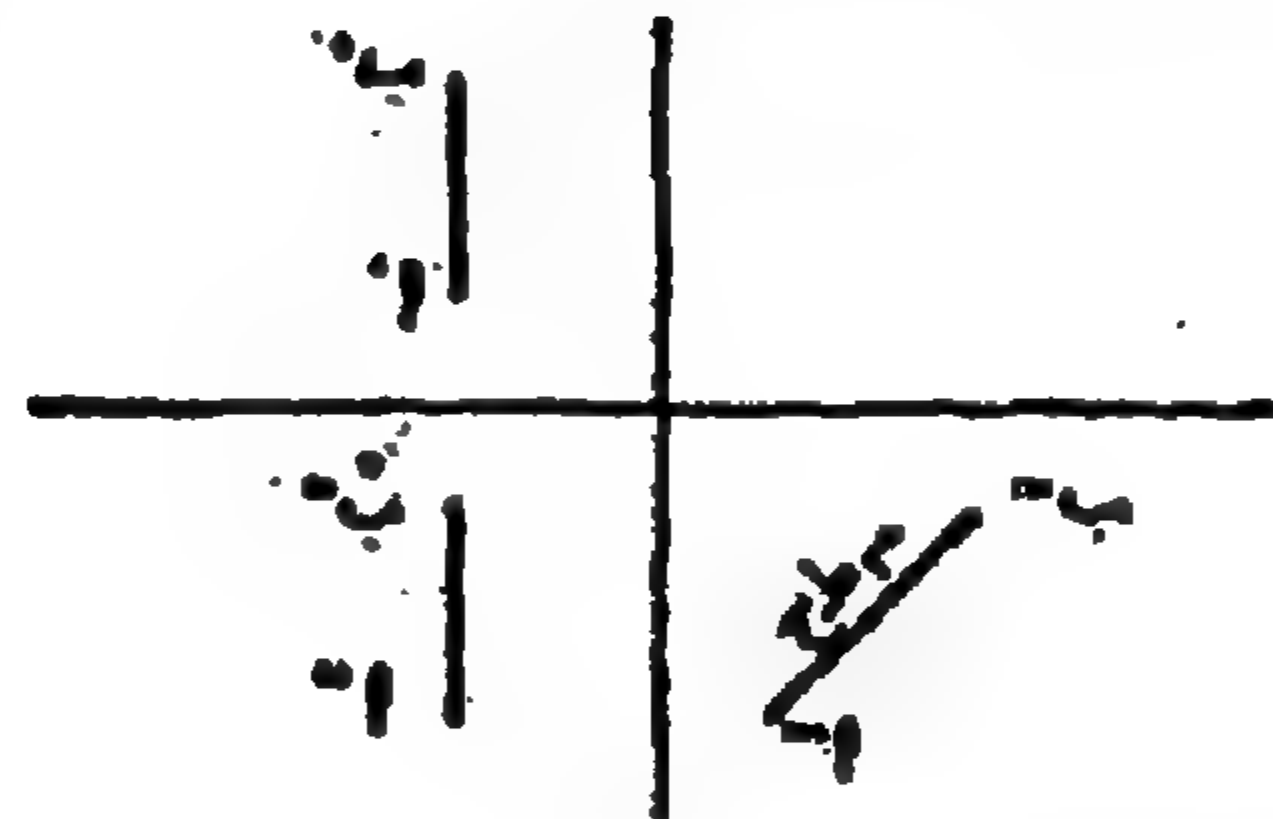
(د) مستقيم أفقي



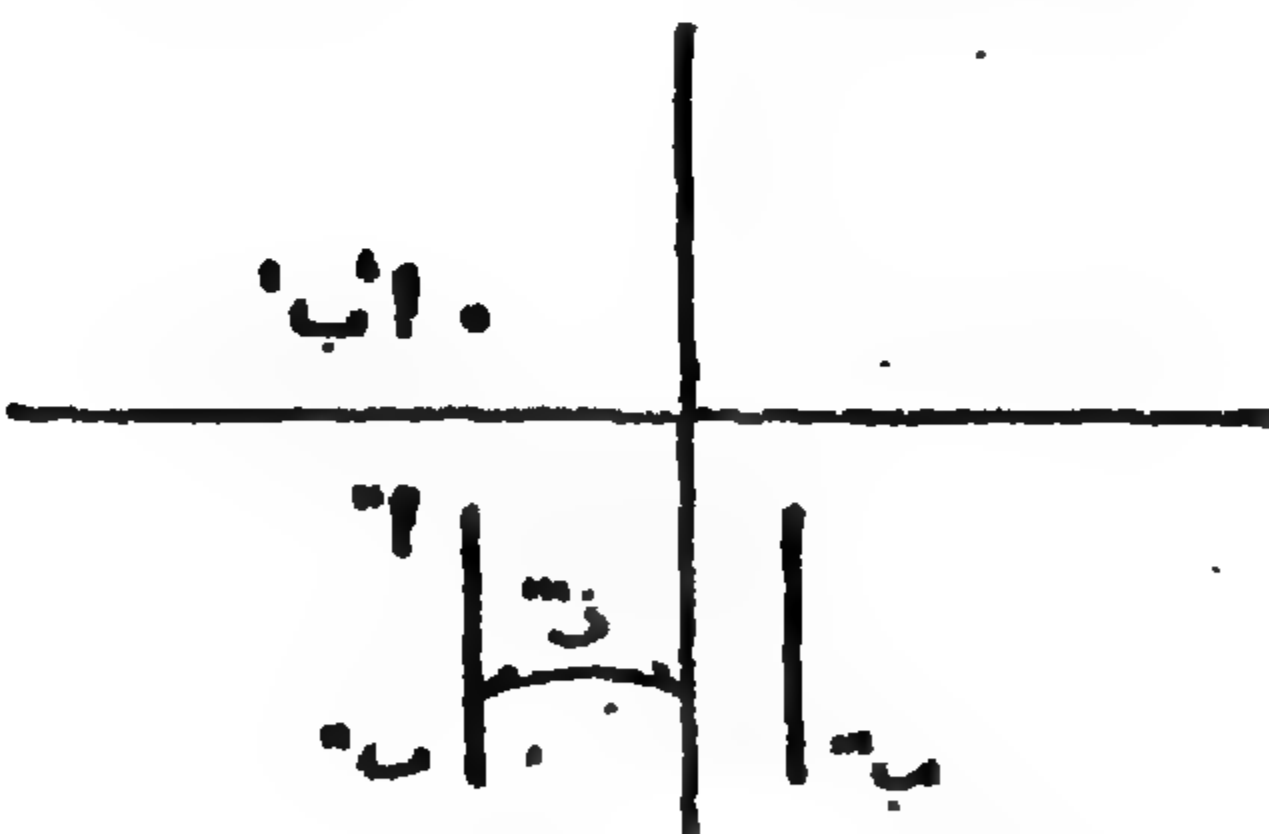
(ج) مستقيم وجمي



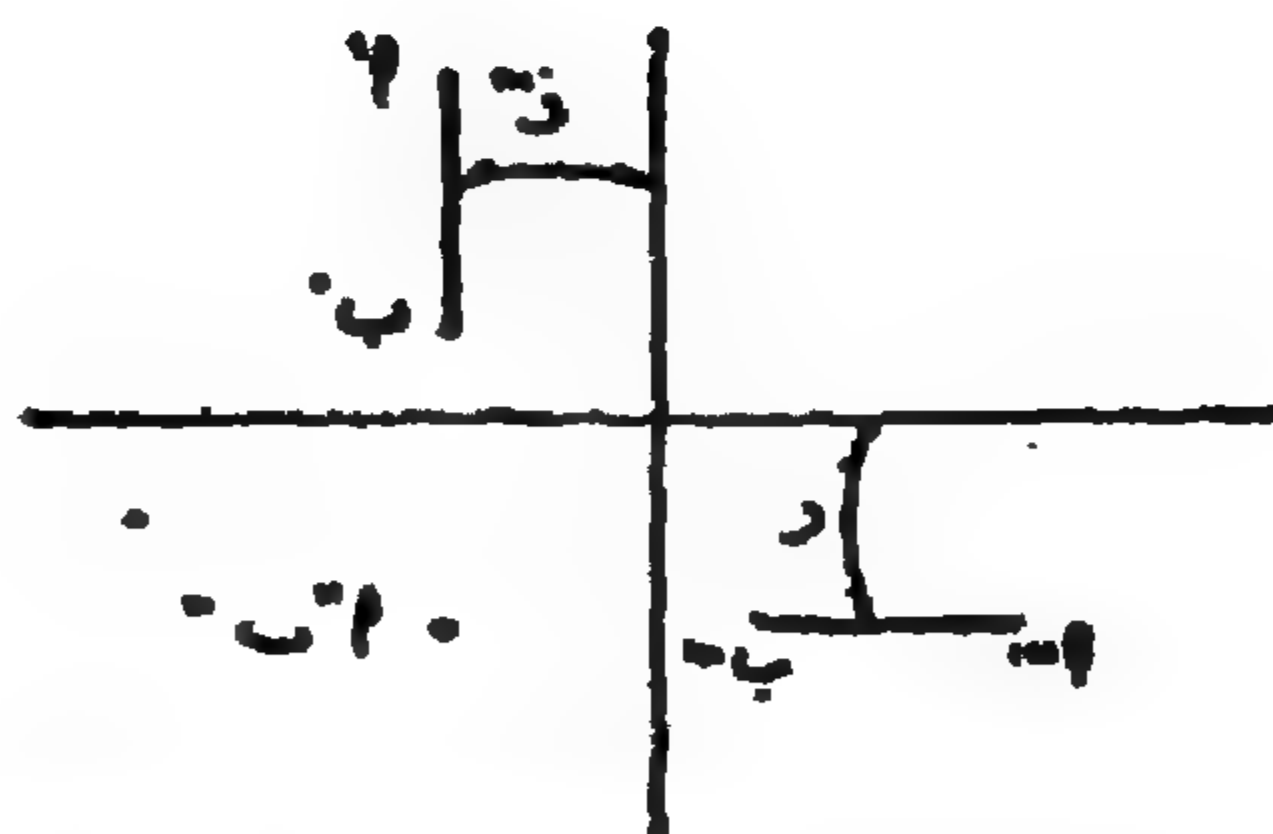
(و) مستقيم عمودي على المستوى الجانبي



(هـ) مستقيم جانبي



(د) مستقيم عمودي على المستوى الوجهي (ج) مستقيم شاقولي



شكل (٦) تمثيل المستقيم

بعض الحالات الخاصة وتترك بعضها للطالب نفسه ليفكر بها .
أ - عندما يكون المستقيم افقيا أي موازيا لمستوى الاسقاط
الافقي يظهر مسقطه الافقي بطوله الحقيقي ، لانه لا يظهر
مسقط مستقيم بطوله الحقيقي الا اذا اسقط المستقيم على
مستوى يوازيه .

ففي الشكل (د ٦) ب^١ يساوي طول المستقيم ا ب في الفراغ ،
وكذلك فالزاوية المحصورة بين هذا المسقط وبين مستقيم الطي بين
المستويين الافقي والوجهي تساوي الزاوية التي يصنعها المستقيم مع
المستوى الوجهي ، وكذلك الزاوية المتممة لها تساوي الزاوية التي
يصنعها المستقيم مع المستوى الجانبي ، وسنرمز لهاتين الزاويتين بالرمز
ز^٢ ، ز^٣ على التناظر . أما الزاوية التي يصنعها المسقط الوجهي للمستقيم
مع مستقيم تقاطع المستويين الوجهي والافقي فقيمتها في هذه الحالة
تساوي الزاوية التي يصنعها المستقيم أ ب مع المستوى الافقي، وقيمتها
صفر ، لذا يظهر المسقط الوجهي للمستقيم موازيا لمستقيم الطي
المذكور ، أي ان الزاوية بينهما صفر .

ويرمز لمسقط المستقيم الذي يساوي طوله الحقيقي سواء في هذه
الحالة الخاصة أو غيرها بالحروف (T. L. P.) أي
(True Length Projection) المسقط بطول حقيقي للمستقيم .

ب - عندما يكون المستقيم موازيا لمستوى الاسقاط الوجهي ويسمى
المستقيم اذ ذاك مستقيما وجهيا ، يظهر مسقطه الوجهي بطوله
الحقيقي ويمكننا معرفة الزاويتين التي يصنعها المستقيم مع
المستوي الجانبي والمستوى الافقي للاسقاط انظر الشكل (د٦) .
ج - عندما يكون المستقيم موازيا للمستوى الجانبي للاسقاط ويسمى
مستقيما جانبيا . ويمكن معرفة طوله الحقيقي والزاوية الحقيقية
التي يصنعها المستقيم مع مستويات الاسقاط الرئيسية . انظر
الشكل (ه ٦) .

وهناك حالات خاصة من هذه الحالات الخاصة الثلاثة المذكورة

اعلاه وأهمها : -

أ - عندما يكون المستقيم موازيا للمستوى الافقي والوجهي للاسقاط يكون المستقيم اذن عموديا على المستوى الجانبي (لماذا ؟) ويكون مسقطه في المستوى الجانبي نقطة . أما مسقطاه على المستويين الافقي والجانبي فيساويان طول المستقيم الحقيقي في الفراغ . ويمكننا أيضا معرفة ابعاد المستقيم عن مستويات الاسقاط الرئيسية وكذلك بعده عن نقطة الاصل (علل ذلك) انظر الشكل (٦ و) .

ب - عندما يكون المستقيم موازيا للمستوى الافقي والمستوى الجانبي للاسقاط ، حيث يكون المستقيم عموديا على المستوى الوجهي ، ومسقطه حينذاك يكون نقطة . انظر الشكل (٦ ز) .

ج - عندما يكون المستقيم شاقوليا اعني به عموديا على مستوى الاسقاط الافقي . أي حين يكون موازيا للمستوى الوجهي والمستوى الجانبي للاسقاط . فان مسقط المستقيم على المستوى الافقي يكون نقطة ويكون بعد هذه النقطة ، او هذا المسقط عن نقطة الاصل مساويا لبعده المستقيم عن نقطة الاصل ، (لماذا ؟) . وهناك حالات خاصة اخرى يسهل على الطالب تصورهما ويجب حلها على دفتر التمارين وأهمها : -

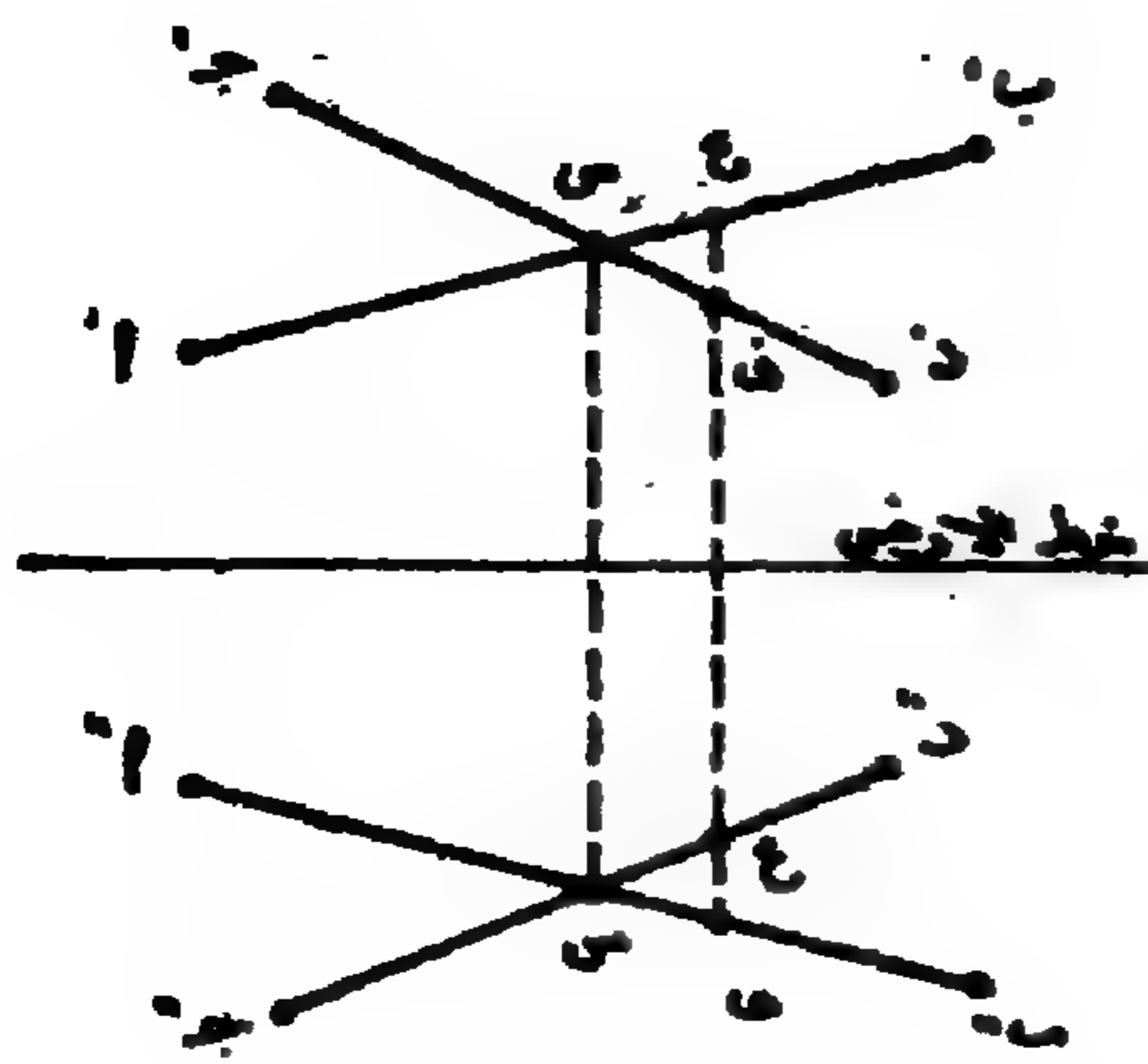
- ١ - مستقيم واقع في المستوى الوجهي .
- ٢ - مستقيم واقع في المستوى الافقي .
- ٣ - مستقيم واقع في المستوى الجانبي .
- ٤ - مستقيم ينطبق على مستقيم تقاطع المستويين الافقي والجانبي .
- ٥ - مستقيم ينطبق على مستقيم تقاطع المستويين الافقي والوجهي .
- ٦ - مستقيم ينطبق على مستقيم تقاطع المستويين الجانبي والوجهي .
- ٧ - مستقيم يمر من نقطة الاصل .

تقاطع المستقيمتين

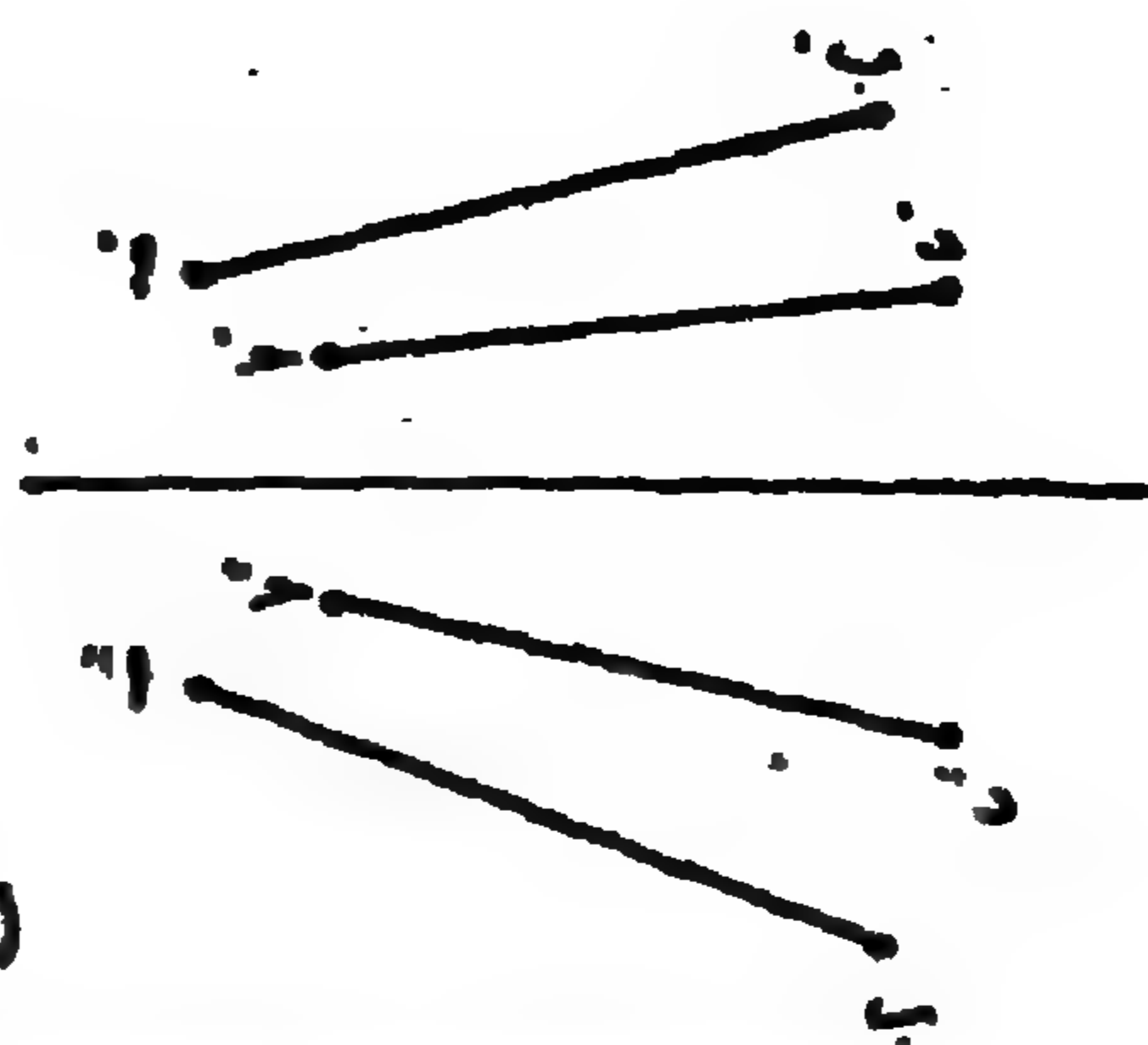
يقال عن المستقيمتين اللذين بينهما نقطة مشتركة ، انهما مستقيمان متقاطعان . والمستقيمان المتقاطعان يقعان في مستوى واحد أو بعارة اخرى لا يمكن امرار اكثر من مستو واحد بينهما .

وقد تكون نقطة التقاطع قريبة ويمكن اظهارها في حدود الورقة كما في شكل (١٧) أو بعيدة ولا يمكن اظهارها ضمن حدود الورقة، ولكن يمكن الحصول عليها اذا امتد المستقيمان مسافة ما ، كما في شكل (٧ب) وبعيدة جدا بحيث لا يمكن وجودها مهما امتد المستقيمان ولكن يمكن معرفة وجودها في الا لنهاية وذلك لان مساقط المستقيمتين متوازية في كل من مستويات الاسقاط ، وهكذا يكون المستقيمان الاصليان في الفراغ متوازيين وهنا على كل حال واقعان في مستو واحد، وهو المستوى الوحيد الذي يمر بهما أو يحويهما . انظر شكل (٧ج) . أما المستقيمان غير المتقاطعين فليست بينهما نقطة واحدة مشتركة وقد تظهر مساقطهما في أحد مستويات الاسقاط الرئيسية وكأنهما متقاطعان ولكن تكون مساقطهما غير متقاطعة على استقامة تقاطعهما في المستوى السابق للاسقاط ، أي انهما غير متقاطعين وليس بينهما نقطة مشتركة ، انظر الشكل (٧د) . وقد يظهر المسقطان متوازيين في أحد مستويات الاسقاط الرئيسية كما في شكل (٧هـ) . ولكنهما لا يكونان متوازيين في مستويي الاسقاط الآخرين ، مما يدل على ان المستقيمتين غير متقاطعين ويعبر عنهما بأنهما مستقيمان متنافران .

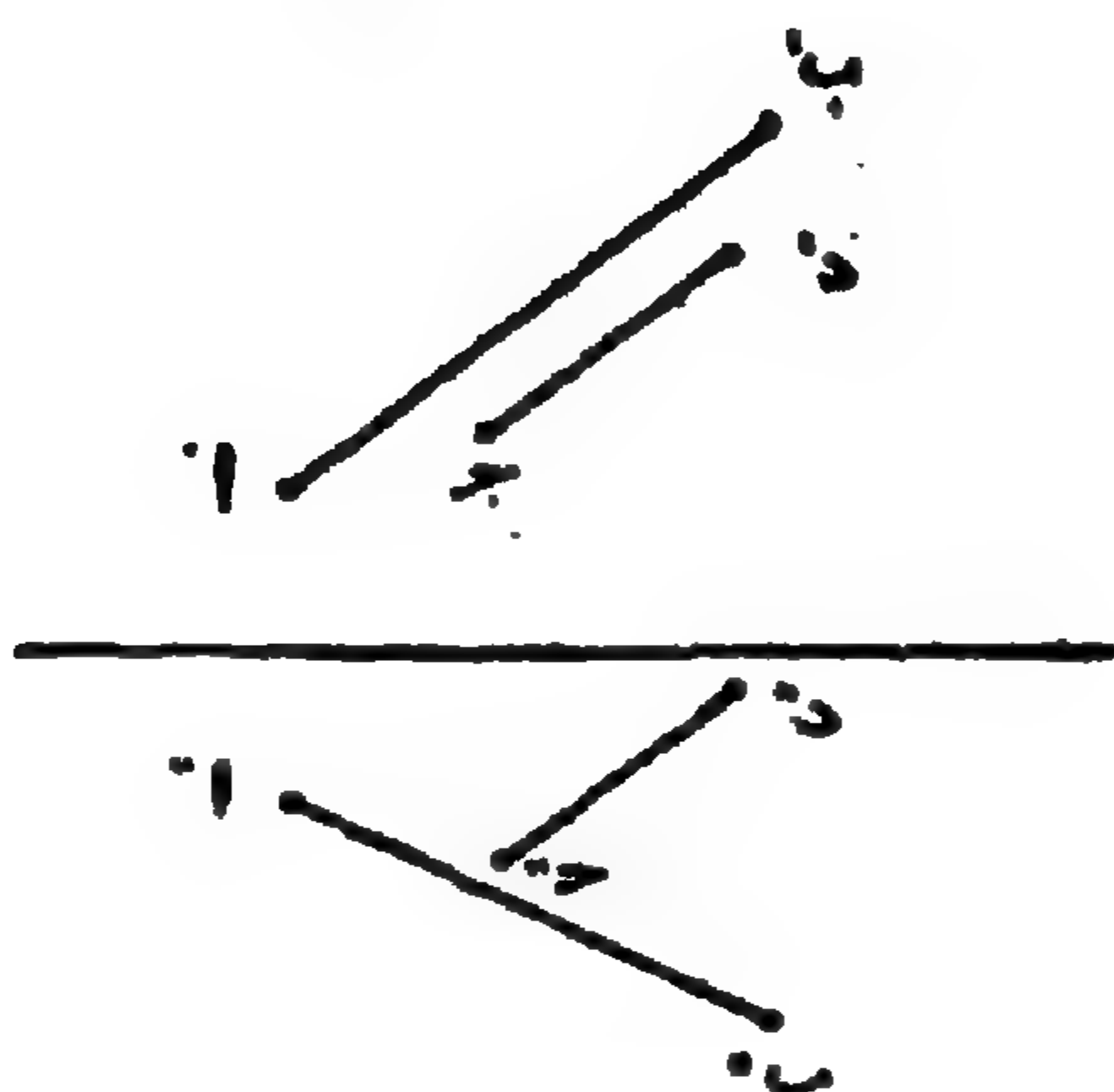
فالمستقيمان المتنافران هما مستقيمان لا يتلاقيان مهما امتدا أو ليست بينهما نقطة مشتركة كما في شكل (٧د) وشكل (٧هـ) أي انهما مستقيمان لا يقعان في مستو واحد .



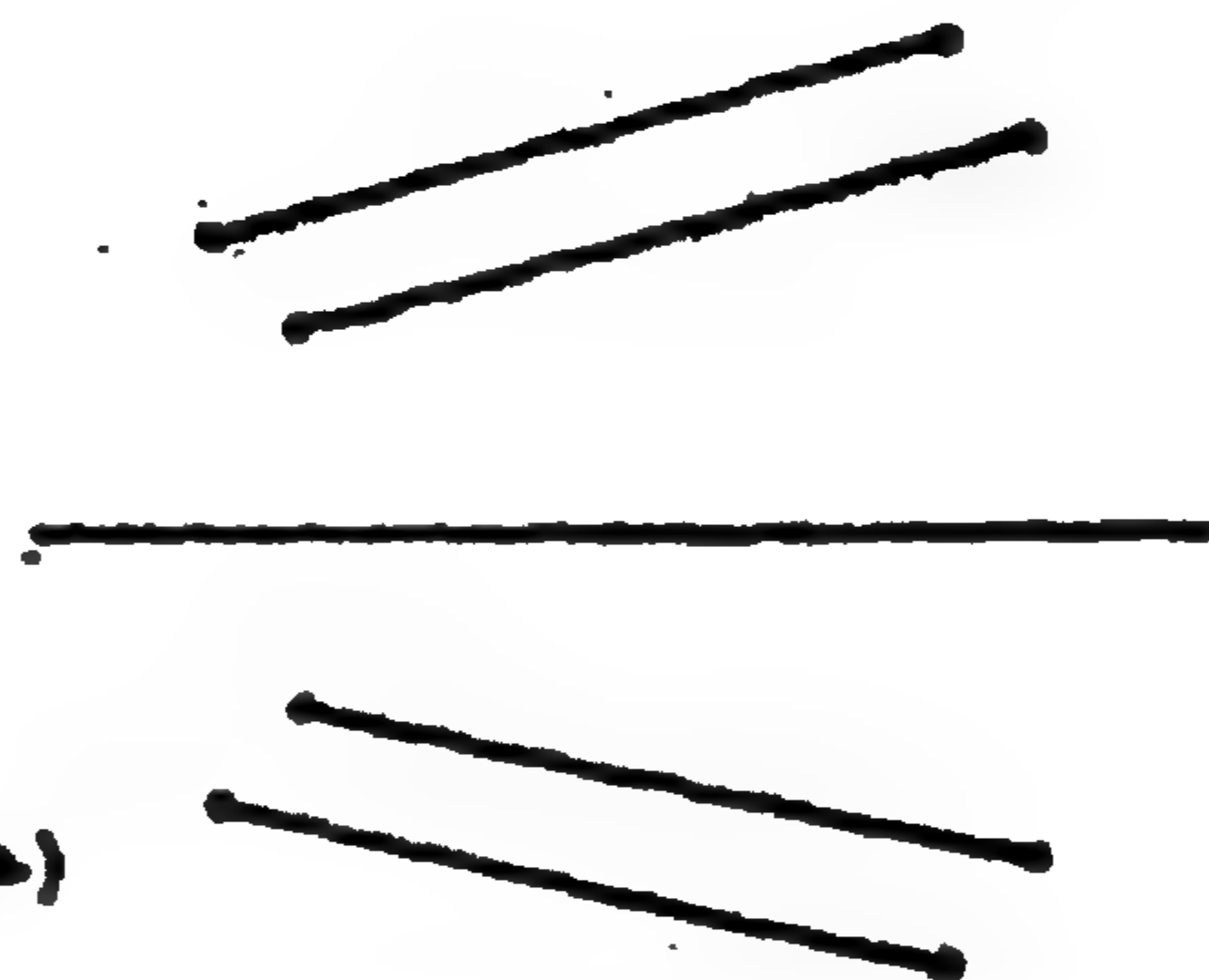
(١) مستقيمان متقاطعان



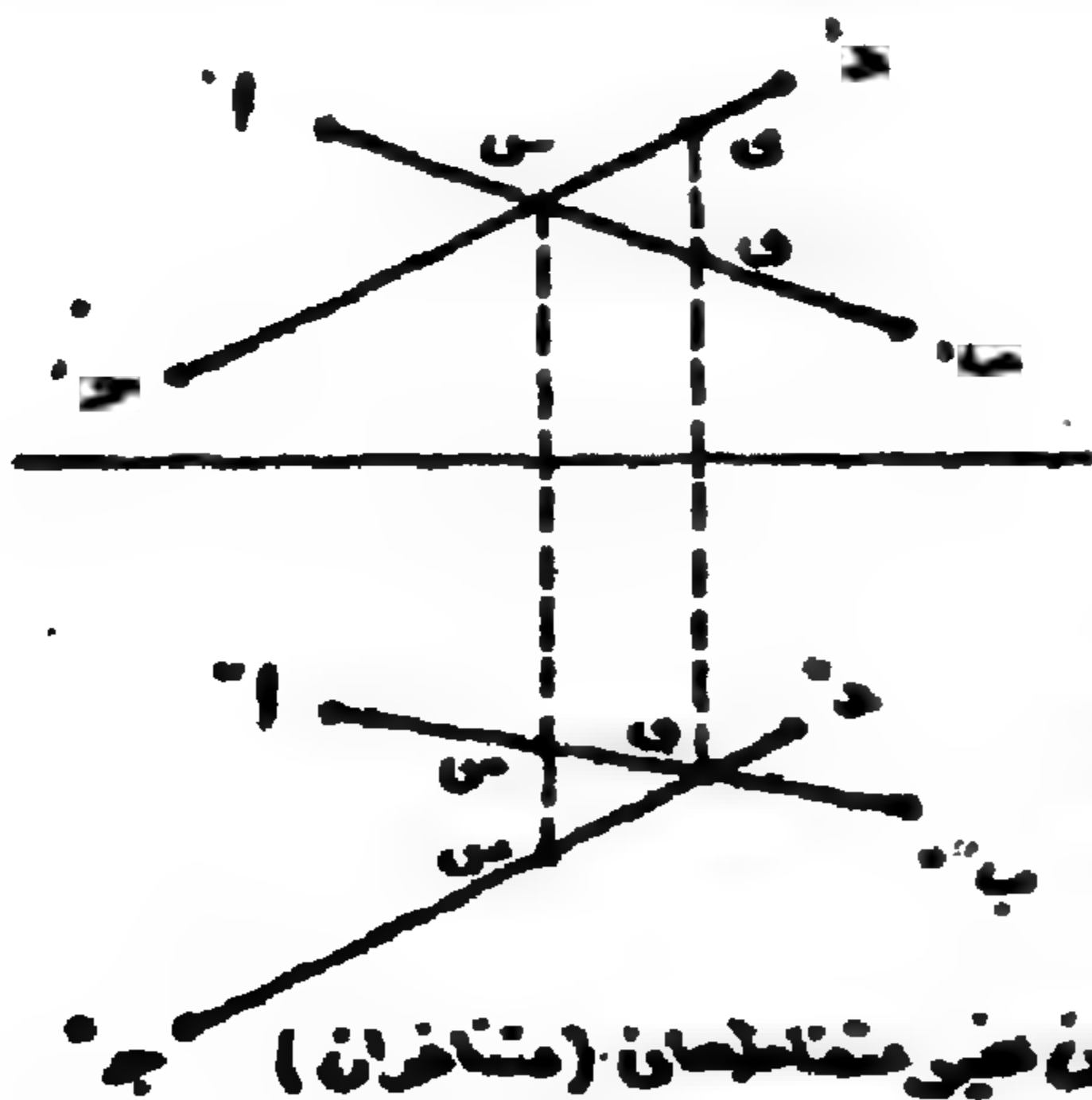
(٢) مستقيمان متقاطعان خارج حدود الرسم



(٣) مستقيمان غير متقاطعين (متوازيان)



(٤) مستقيمان متوازيان



شكل (٧) المستقيمان المتقاطعان والمستقيمان غير المتقاطعين

(٥) مستقيمان غير متقاطعان (متوازيان)

تمارين عامة على المستقيمات

١ - مثل المستقيم أ ب اذا كانت احدائيات النقطتين أ و ب كما يلي :

النقطة أ (٤سم عن المستوى الافقي ، ٣سم عن الوجهي ، ٥سم عن الجانبي) .

النقطة ب (٨سم عن المستوى الافقي ، ٤سم عن المستوى الوجهي ، ٢سم عن الجانبي) .

٢ - عين المستقيمات ك ل ، م ن ، س ع ذات الاحداثيات الآتية :

ك (٦ ، ٧ ، ٣) ، ل (٢ ، ٥ ، ٧)

م (صفر ، ١٥ ، ٧) ، ن (٨ ، ٣ ، صفر)

س (٣- ، صفر ، ١-) ، ع (٥ ، ٢ ، ٢)

٣ - ما طول المستقيم أ ب ، والمستقيم ج د اذا علمت ان احدائياتها هي كما يلي :

أ (صفر ، ٨ ، ٩) ، ج (صفر ، ٨ ، ٨)

ب (٦ ، صفر ، ٢) ، د (٦ ، صفر ، ٢)

٤ - مثل مستقيما وجهيا ، طوله ٦سم وبعده عن المستوى الوجهي = ٣سم ويصنع ٣٠ درجة مع الافق ، اذا كانت احدى نقاطه واقعة في

المستوى الافقي للاسقاط ، وتبعد ٨سم عن المستوى الجانبي .

٥ - حل المسألة السابقة اذا كانت النقطة الثانية منه واقعة في

المستوى الجانبي للاسقاط .

٦ - مستقيم وجهي طوله ١٢سم ، وبعده عن المستوى الوجهي

= ٤سم وتقع احدى نقاطه في المستوى الافقي للاسقاط . المطلوب

تشيل المستقيم هذا ووجود بعده عن نقطة الاصل .

٧ - مثل مستقيمين افقيين طول احدهما ٤سم والآخر ٧سم ،

ويصنع الاول ٣٠ مع المستوى الجانبي ، ويصنع الآخر ٤٥ مع

المستوى الوجهي .

٨ - مثل مستقيماً شاقولياً طوله ٨ سم ، وتقع إحدى نقاطه في المستوى الأفقي للأسقاط ، ويبعد عن نقطة الأصل ٤ سم . كم جواب لهذا السؤال ؟

٩ - عين ثلاثة مستقيمات عمودية على المستوى الجانبي للأسقاط ، وأطوالها هي ٤ سم ، ٨ سم ، ٦ سم بحيث يكون البعد بين كل اثنين منها ٣ سم ، وبعد أقربها إلى نقطة الأصل = ٢ سم .

١٠ - هل يقع المستقيمان أ ب ، ح د في مستو واحد ؟

أ (٧ ، ٨ ، ٤) ح (٤ ، ٣ ، ٤)

ب (٦ ، ٥ ، ٥) د (٢ ، ١ ، ٣)

١١ - مثل مستقيماً جانبياً يصنع ٣٠° مع المستوى الوجهي ويبعد عن نقطة الأصل ١٠ سم ، ويبعد عن المستوى الجانبي ٤ سم .

١٢ - مثل مستقيماً ماراً من نقطة الأصل ، وتكون كافة نقاطه متساوية البعد عن مستويات الإسقاط الثلاثة .

١٣ - ما هما المستقيمان أ ب ، ح د ؟ ما هي استنتاجاتك عن مستويهما ؟

أ (صفر ، صفر ، ٢) ح (صفر ، صفر ، ٤)

ب (صفر ، صفر ، ٦) د (صفر ، صفر ، ٣)

١٤ - مثل المستطيل الشاقولي أ ب ح د ، الذي يقع أحد أضلاعه (أ ب) في المستوى الأفقي وطوله ٤ سم ، ويصنع ٣٠° درجة مع المستوى الجانبي ، وطول ب ح = ٨ سم .

١٥ - ارسم المساقط الثلاثة للمستقيم ك ل ، إذا كانت ل واقعة على مستقيم تقاطع المستويين الوجهي والجانبي ، وتبعد ٤ سم عن المستوى الأفقي ، ومسقطه الأفقي يصنع ٤٥° درجة مع خط الأرض ومسقطه الوجهي ٣٠° درجة مع خط الأرض ، أما نقطة ك فتبعد ٥ سم عن المستوى الأفقي .

١٦ - مثل المثلث ح ط ي - اذا كانت نقطة ح (٢، ٦، ٥) ونقطة ط (٢، ١، ٣) والمستقيم ط ي مستقيم وجهي طوله ٦ سم ويصنع مع المستوى الاقضي ١٥ درجة .

١٧ - ارسم المساقط الثلاثة للمستوى ه و ز الذي ترتكز قاعدته ه و على المستوى الاقضي وطولها ٥ سم وميلها عن المستوى الجانبي يساوي ٣٠ درجة . ونقطة ه تبعد ٢ سم عن كل من المستويين الشاقولين . والضلع و ز يوازي المستوى الوجهي ويميل ٣٠ درجة عن الافق ، وتقع نقطة ز على المستوى الجانبي .

١٨ - أوجد مساحة المستطيل ق ر ش ت وما هي صفاته اذا كانت:
ق (صفر ، ٣ ، ٦) ر (صفر ، ٦ ، ٣) ش (٣ ، ٧ ، ٧)

١٩ - اوجد مساحة الدائرة التي قطرها س ع اذا كانت :
س (٤ ، ٢ - ٣) ع (٣ ، ٢ ، ٩)
المطلوب تمثيل الدائرة هذه في مستويات الاسقاط الرئيسية .

٢٠ - هل يقع المضلع س ع ف ص في مستو واحد ؟ واذا كان الجواب بالايجاب فما هي مساحته ؟ س (١ ، ١ ، ٤ ، صفر) ع (٢ ، ٣ ، ١) ف (٤ ، ١ ، ٣) ص (٥ ، صفر ، ٤) .

٢١ - المعلوم مستقيم بمسقطيه ، المطلوب تعيين نقطة عليه بحيث تبعد عن المستوى الوجهي بقدر بعدها عن المستوى الجانبي للاسقاط .

٢٢ - المعلوم مستقيم وجهي ، المطلوب تعيين نقطة عليه بحيث يكون بعدها عن المستوى الوجهي بقدر نصف بعدها عن المستوى الاقضي .

٢٣ - هل يتقاطع المستقيمان س ع ، ف ص ؟ اذا كان الجواب بالايجاب فجد نقطة تقاطعهما ، وما هي ملاحظاتك ؟

س (٢ ، ١ ، ٢ -) ع (٦ ، ٣ ، ٦ -)
ف (١ ، ٢ - ٢) ص (٢ ، ٤ - ٤)

٢٤ - هل يتوازي المستقيمان ك ل ، م ن ؟ اذا كان الجواب بالاجاب فما المسافة بينهما ؟ واذا كان الجواب بالنفي فمرر من النقطة ك مستقيما موازيا للمستقيم م ن وجد المسافة بين المستقيمين المتوازيين .

ك (٢ ، ٣ ، ٣) ل (٥ ، ٢ ، ٣)

م (١ ، ١ ، ١) ن (٦ ، ١ ، ١)

٢٥ - المعلوم المستقيم أ ب بأحداثيات نقاطه أ (٠ ، ٨ ، ٢) و ب (٧ ، ٣ ، ٤) والمطلوب ١ - تعيين نقطة عليه يكون بعدها عن المستوى الاققي $= \frac{1}{2}$ بعدها عن المستوى الجانبي ٢ - رسم مستقيم يوازيه ويمر بنقطة الاصل .

٢٦ - هل يمكنك معرفة وضعية المستقيمين ا ب ه ج د بالنسبة الى بعضهما او بالنسبة

الى مستويات الاسقاط الرئيسة بدون رسم ؟

ا (٢ ، ١ ، ٢) سم ج (١ ، ٢ ، ١) سم

ب (٢ ، ١ ، ٢) سم د (١ ، ٢ ، ١) سم

الجواب : ا - شاقوليان ٢ - ؟

٢٧ - هل يمكنك معرفة وضعية المستقيمين ا ل ه ج د بالنسبة الى مستويات الاسقاط

وبدون رسم ؟

ا (١ ، ١ ، ١) سم ج (٢ ، ١ ، ٢) سم

ب (١ ، ١ ، ٢) سم د (٢ ، ١ ، ٢) سم

الجواب : عوديان على المستوى الجانبي ويعمدان

بنفس البعد عن المستوى الوجهي .

الفصل الرابع

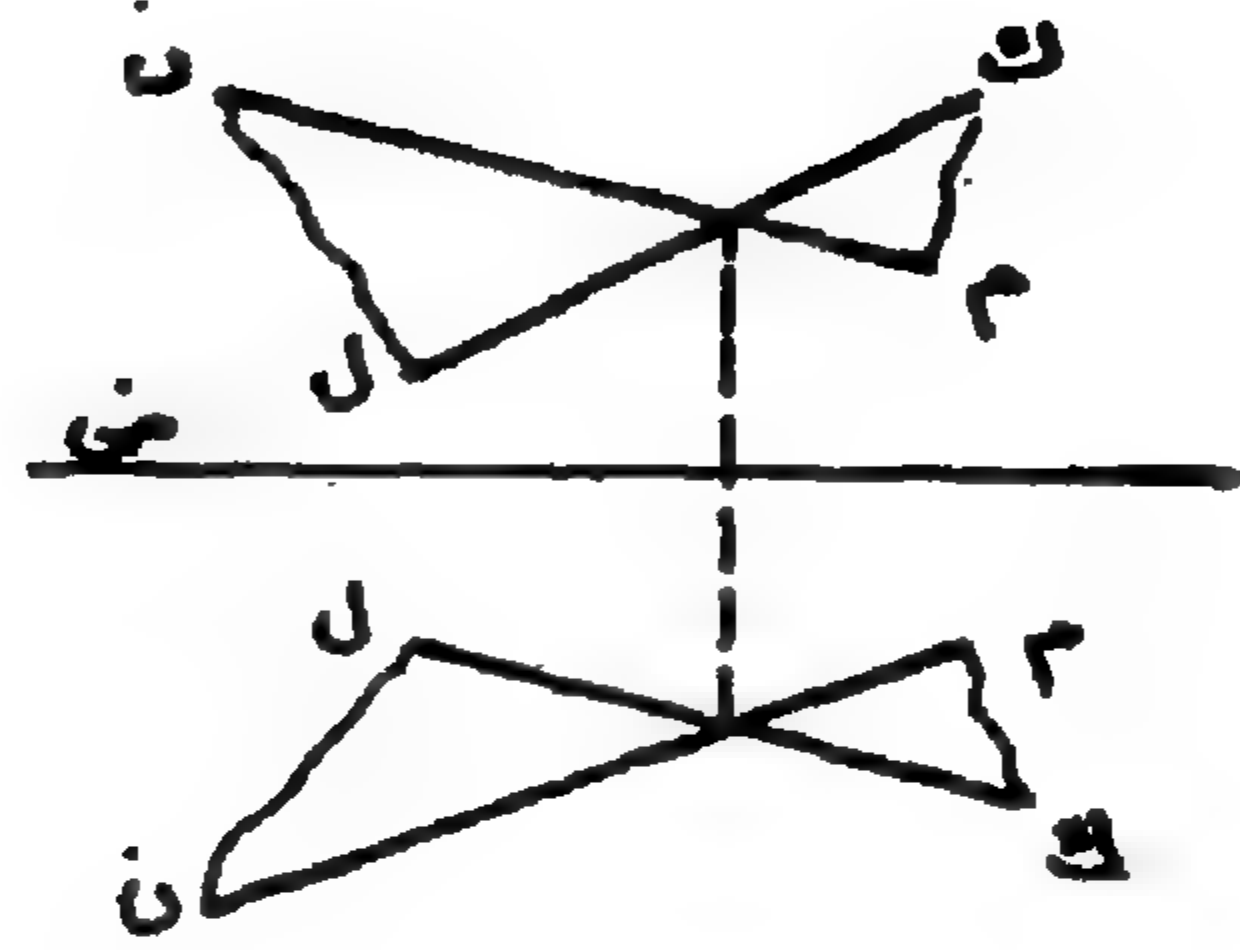
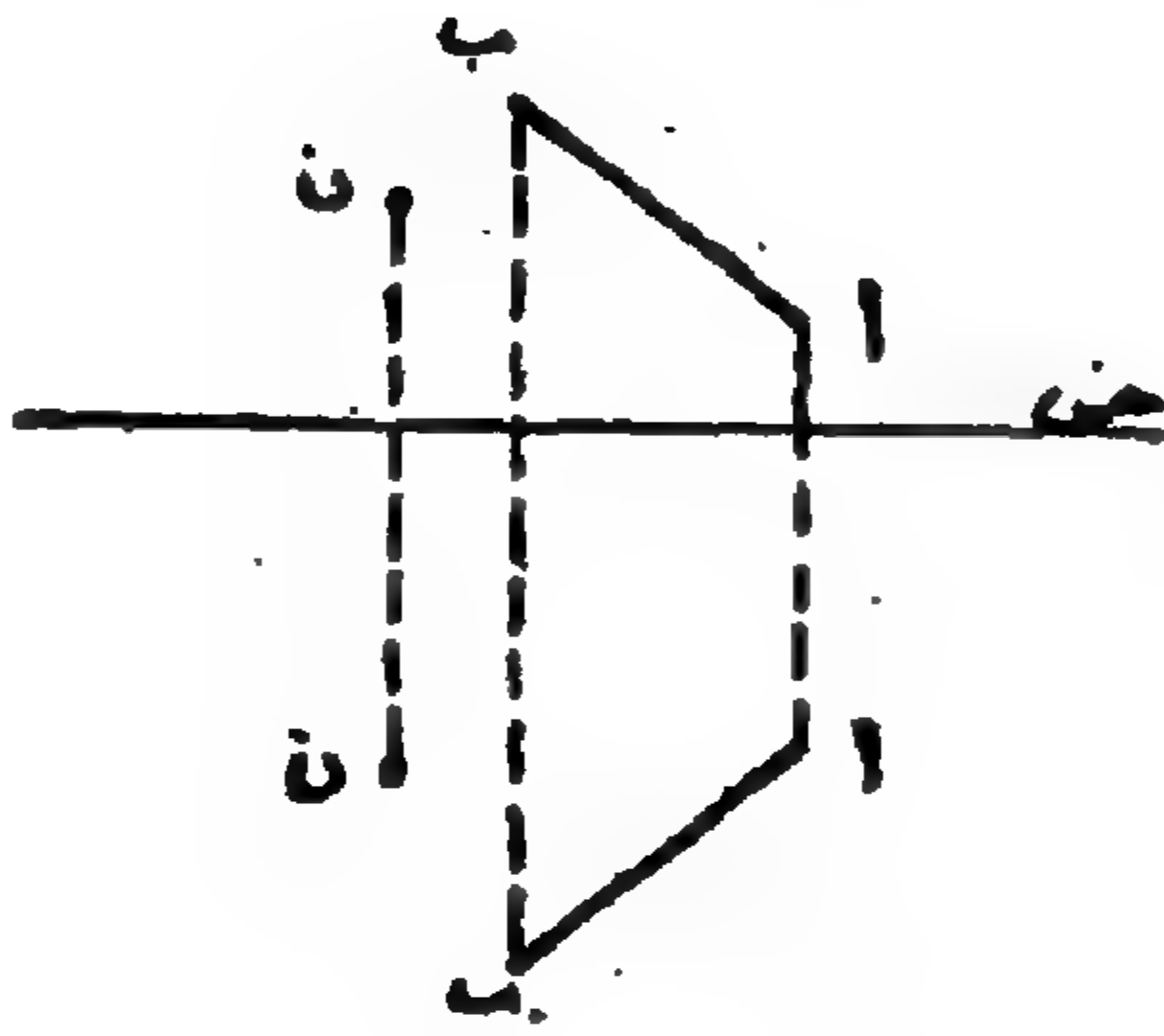
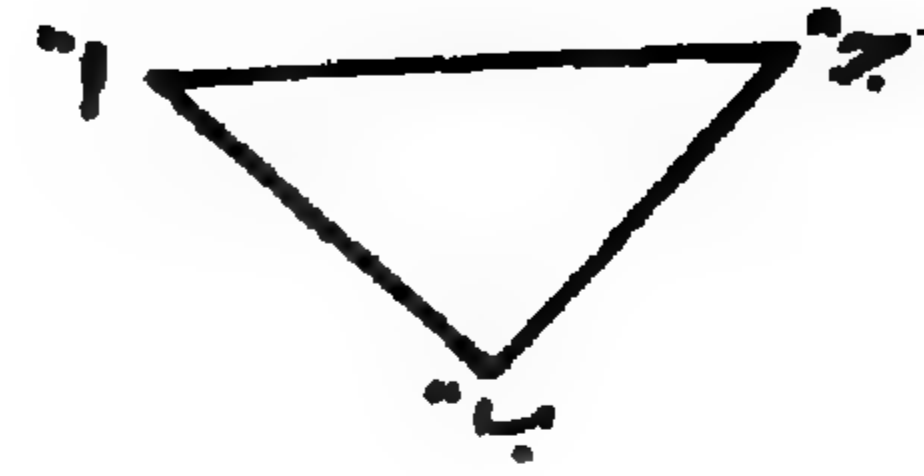
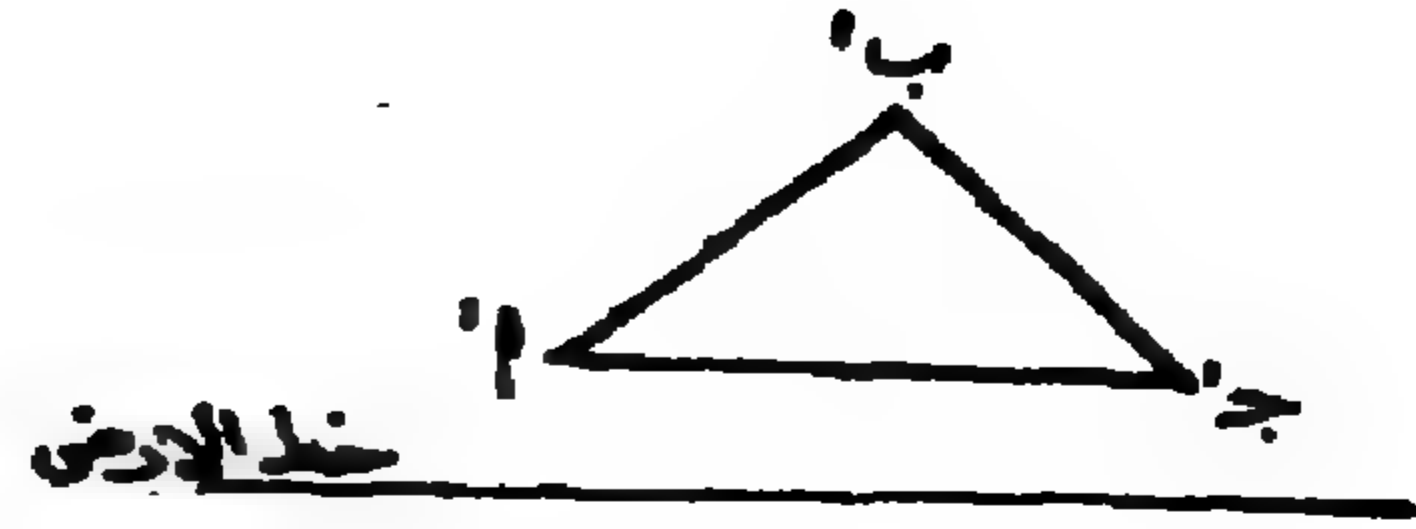
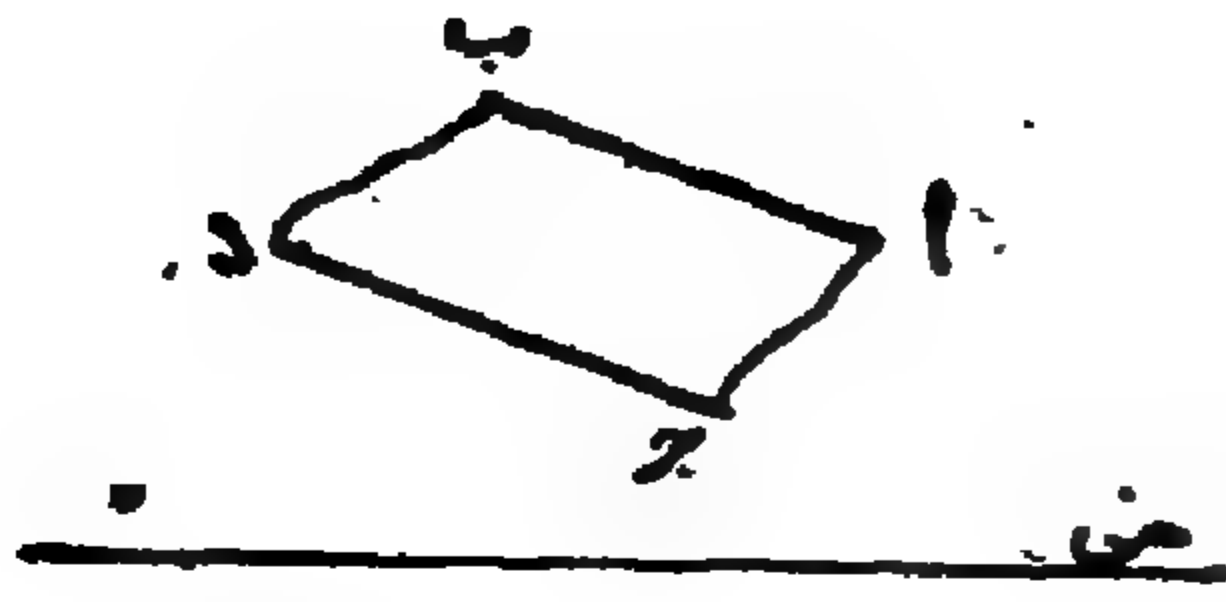
تمثيل المستوى

المستوى هو السطح الذي يمكن توصيل أية نقطتين فيه بخط مستقيم وتقع كافة نقاط هذا المستقيم على هذا السطح .
ويجب ان نتذكر ان ليس للمستوى حدود لانه يعتبر من الناحية النظرية متدا في الفراغ ويجب ان لاتجاهات الى اللانهاية ، ولكن تحدد أحيانا مساحة مستو ما بخطوط او مستقيمت يمكن تصويره أو اظهاره أو اظهار بعض نقاطه وحدوده ضمن مستوى الورقة ، وهذا ليس صحيحا من الناحية النظرية ولكنه للتوضيح فقط .

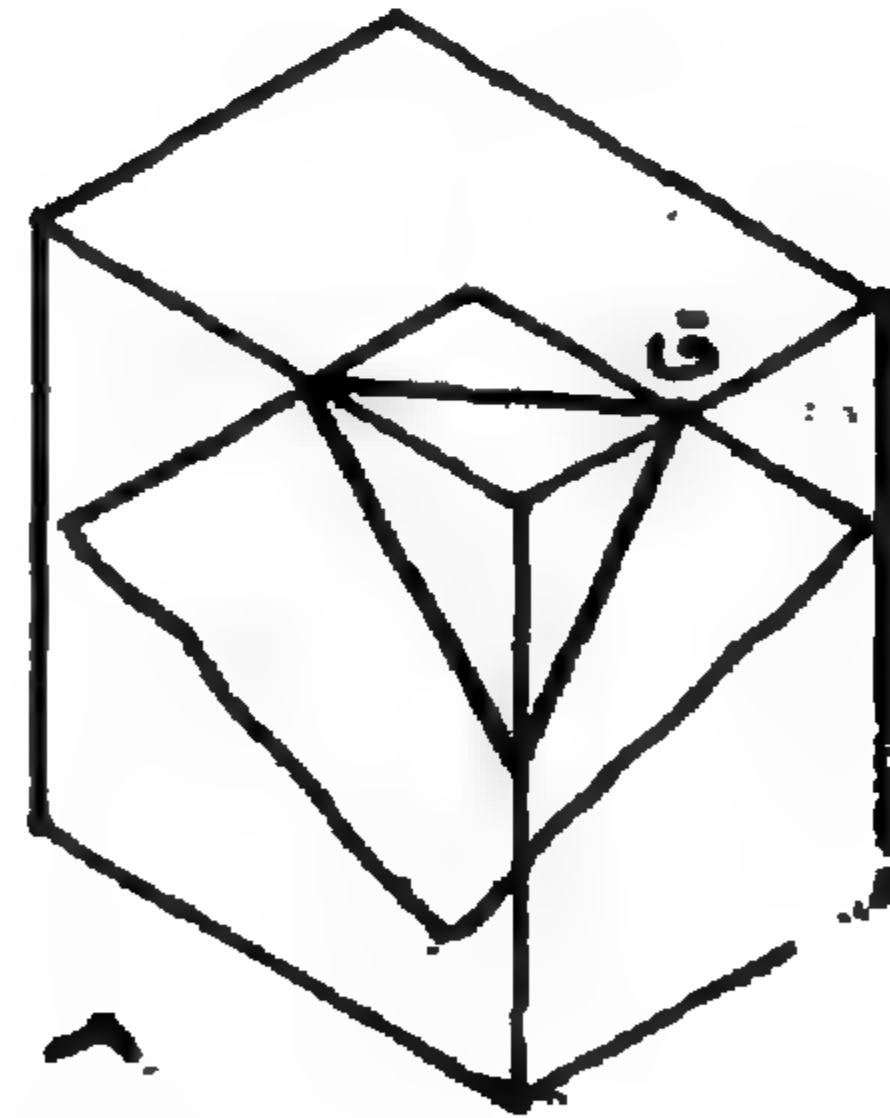
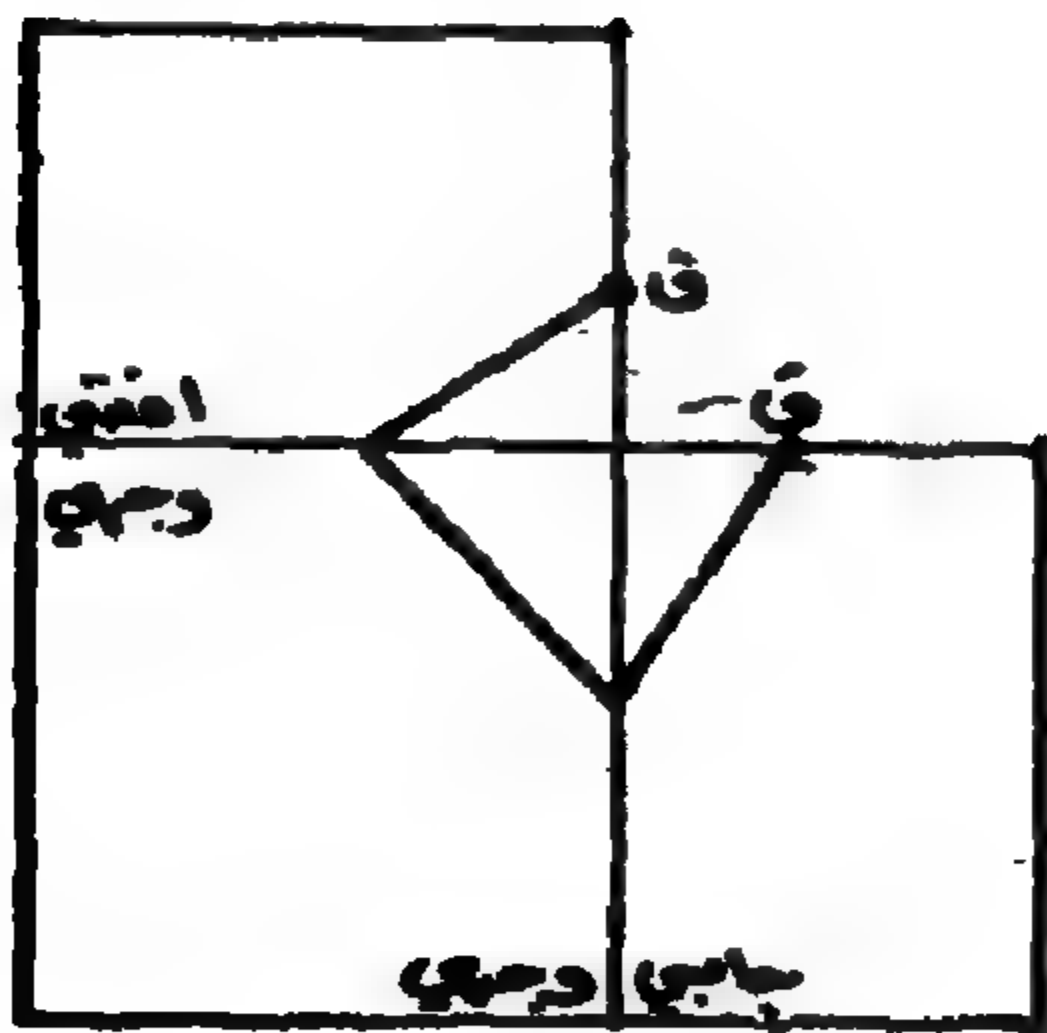
تمثيل المستوى : يقصد بتمثيل المستوى بصورة خاصة تعيين مستقيمت تقاطعه مع مستويات الاسقاط الرئيسة الثلاثة ، وقد يمثل المستوى أحيانا اذا علم منه ما يلي لاحظ الشكل (٨) .

- ١ - اذا علم منه ثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة ان وصلنا بين كل اثنتين منهما تكون مثلثا .
- ٢ - اذا علم منه مستقيمان متقاطعان فان وصلنا أو مددنا أحدهما حتى يقطع الآخر فانها يحددان أو يعينان نقطة تقاطعهما الواقعة في نفس مستويهما .
- ٣ - اذا علم مستقيمان متوازيان منه .
- ٤ - اذا علم منه مستقيم ونقطة خارج هذا المستقيم ، وذلك بإيصال نقطتين من المستقيم مع النقطة الخارجة بمستقيمين لسهولة تكوين أو تحديد المثلث . ويجب ان نتذكر ان النقطة الخارجة عنه هي نقطة مستقلة في الاصل .

آثار المستوى : هي مستقيمت تقاطعه مع مستويات الاسقاط الرئيسة، وهذه المستقيمت هي آثار المستوى الاقي والوجهي والجانبية



شكل (٩٨) تمثيل المستوي المعلوم



شكل (٩٩) آثار مستوي وضع عام

على مستويات الاسقاط الافقي والوجهي والجانبى على التناظر ،
وسنرمز للآثر بحرف ث فالآثر الافقي مثلاً يرمز له بالرمز ث' وهكذا .
انظر لشكل (٧ ب) . يلاحظ في الشكل المذكور تمثيل مستوي وضع
عام ، ويلاحظ ان كل آثرين من آثاره يلتقيان على مستقيم تقاطع
مستويين رئيسيين في نقطة واحدة .

وبما أن آثر المستوي الافقي هو مستقيم واقع في مستوى
الاسقاط الافقي ، فإن مسقط هذا المستقيم ينطبق على خط الارض ،
وكذلك فإن الآثر الوجهي للمستوي هو مستقيم واقع في مستوى
الاسقاط الوجهي ، اذن ينطبق مسقطه على خط الارض أيضاً . ويستنتج
من هذه الطريقة في التمثيل انها حالة من حالات تمثيل المستوي
بمستقيمين معلومين متقاطعين ، لان الآثرين هما مستقيمان واقعان في
المستوي الاصلي ، ويلاحظ كذلك ان طولي الآثرين غير محدودين اذ
يجوز مد المستوي ومن ثم المستقيم الذي فيه في الفراغ الى اللانهاية
من جميع الجهات .

نظرية : ان آثر مستوي على مستوي الاسقاط الوجهي والافقي
يجب ان يلتقيا في نقطة مشتركة على خط الارض ، أو يكونا منطبقين
على خط الارض ، أو متوازيين وكل منهما يوازي خط الارض .
الحل : من تعريف الآثر الوجهي نعلم انه مستقيم مشترك بين

المستوي المعلوم وبين المستوي الوجهي للاسقاط .
وكذلك الآثر الافقي لمستوي هو مستقيم مشترك بينه وبين المستوي
الافقي للاسقاط . اذن يجب ان يلتقي الآثران في نقطة مشتركة بين
المستويات الثلاثة ، أي المستوي المعلوم والمستوي الافقي للاسقاط
والمستوي الوجهي للاسقاط .

وبما ان خط الارض هو مستقيم مشترك بين المستويين الافقي
والوجهي ، اذن يجب ان تقع النقطة المذكورة عليه .

فإن لم يتقاطع الآثران على خط الارض ، يجب ان يكونا متوازيين
له ، أو منطبقين عليه ، ولا يجوز في أي حال من الاحوال أن يكون احد
الآثرين موازياً لخط الارض والآخر يقطعه (لماذا ؟)

أوضاع المستوي

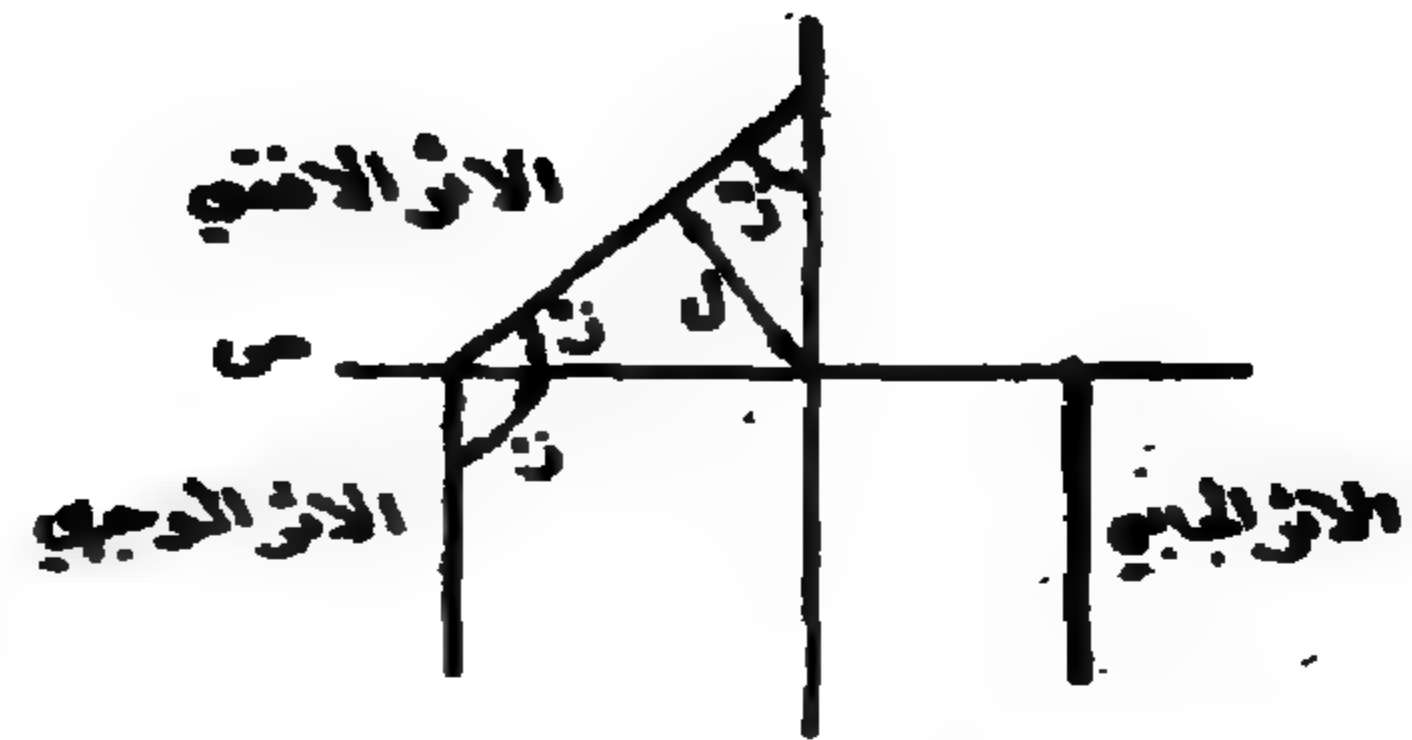
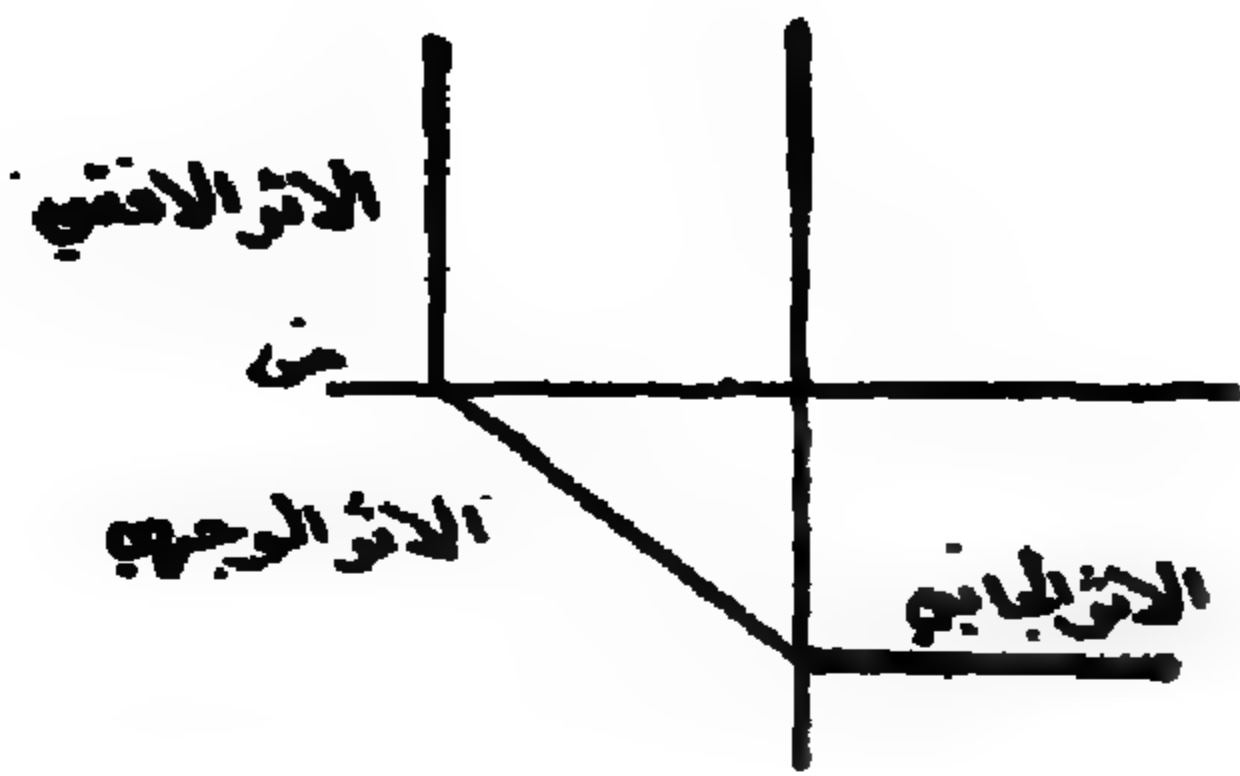
١ - المستوي في وضع عام :

ويظهر كما في الشكل (٨ ب)، اذ تظهر الآثار بميل عن خط الأرض وعن مستقيمات الطي الأخرى ، وهذا الميل أو الزاوية لا تساوي الزوايا الأخرى التي يصنعها المستوي الفراغي مع مستويات الإسقاط الرئيسية، ولكنها هي الزوايا التي تصنعها آثار المستوي مع مستقيمات الطي . وكذلك فإن جميع النقاط الواقعة في المستوي لا تقع مساقطها على الآثار إلا اذا كانت النقطة هي إحدى نقاط الأثر أو الآثار . وفي هذه الحالة لا يمكن معرفة بعد المستوي عن نقطة الأصل في المرحلة الحالية .

٢ - الحالات الخاصة :

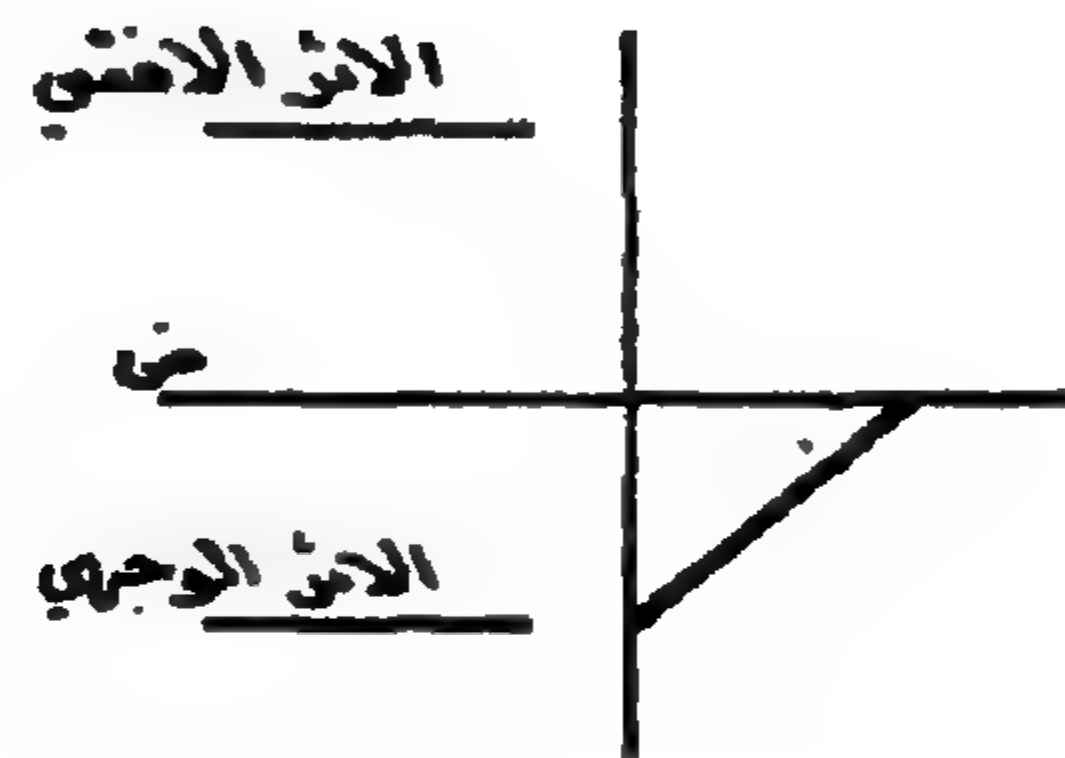
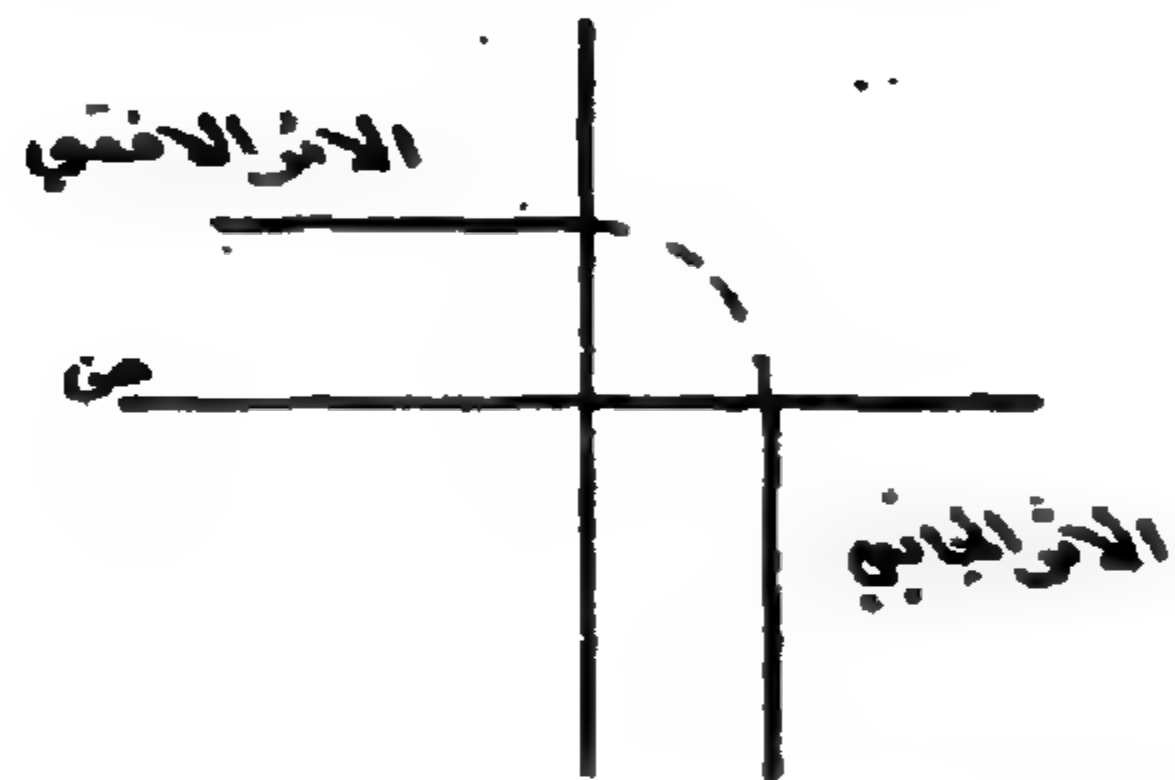
وفيما يلي أهم الحالات الخاصة للمستوي :
أ - اذا كان المستوي شاقوليا - أي عموديا على المستوي الأفقي للإسقاط وهو يكون زاوية معينة مع المستوي الوجهي . انظر الشكل (٩ أ) فيظهر أثر المستوي الوجهي عموديا على خط الأرض والأفقي يشكل زاوية تساوي الزاوية التي يصنعها المستوي مع المستوي الوجهي . أما الزاوية التي يكونها المستوي مع مستقيم تقاطع المستويين الأفقي والجانبى ، فتساوي نفس الزاوية التي يصنعها المستوي المعلوم مع المستوي الجانبى، ويرمز للزاوية الأولى بالرموز Z' وللآخرين Z'' ، Z' على التناظر . ويلاحظ أن أثري المستوي الوجهي والجانبى متوازيان . ويمكن معرفة بعد المستوي عن نقطة الأصل في هذه الحالة .

ب - كان المستوي عموديا على المستوي الوجهي ، فيظهر الأثر أفقي عموديا على خط الأرض والأثر الجانبى عموديا على مستقيم تقاطع المستوي الوجهي والجانبى لاحظ الشكل

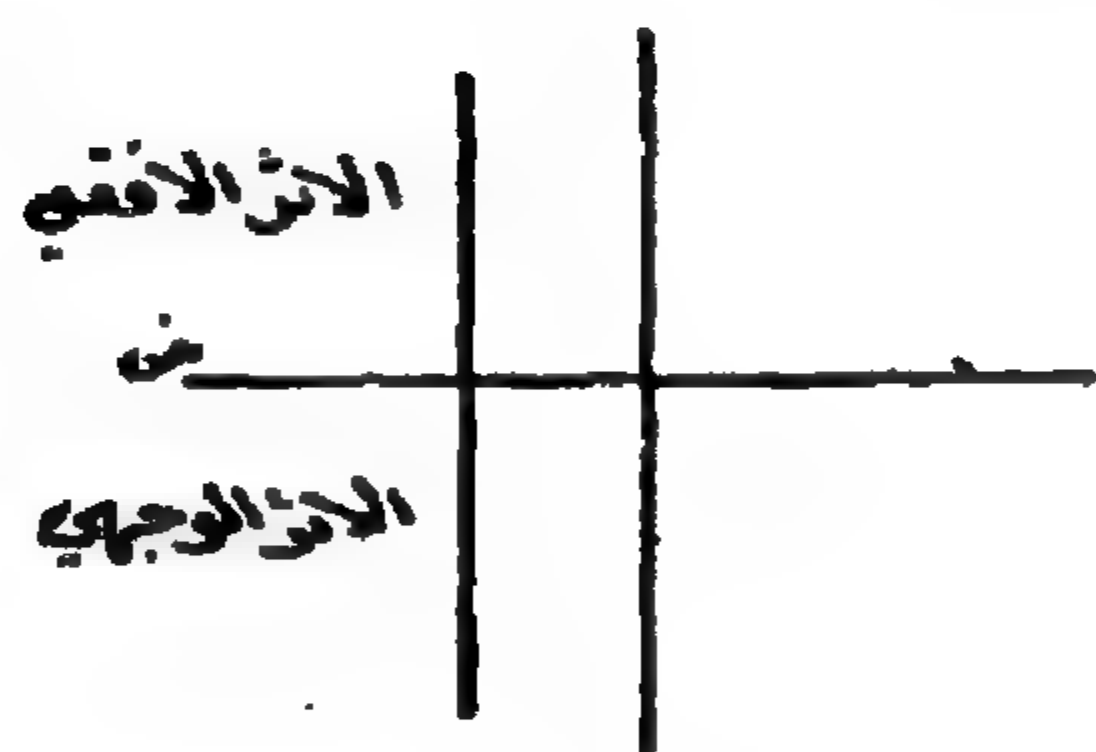


(ب) مستو هود على المستوي الوحي للأسقاط

(ا) مستو شاقولي

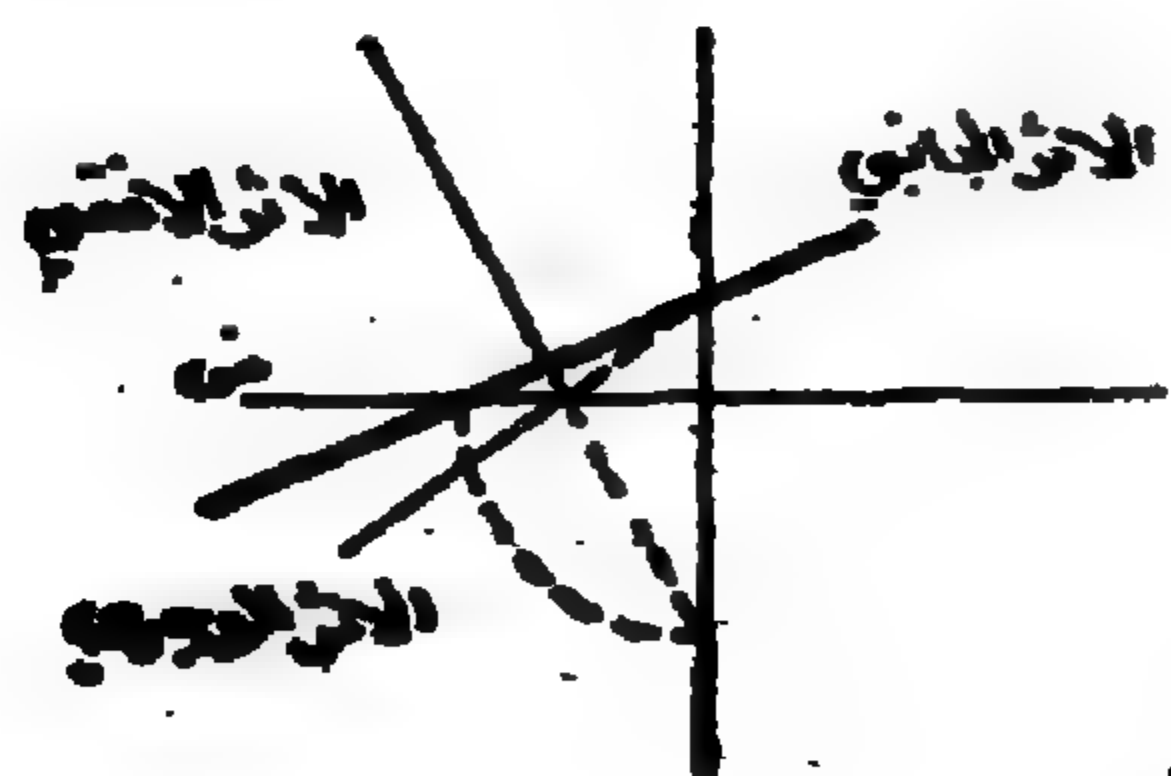


(ج) مستو هود على المستوي الجانبي للأسقاط (د) مستو وحي



(هـ) مستو جانبي

(و) مستو أفقي



شكل (٩) الحالات الخاصة للمستوي

(ز)

(٩ ب) بحيث تظهر الزوايا التي يصنعها المستوي مع مستويات الاسقاط الرئيسية بصورة واضحة . هل يتوازي الاثران الاقضي والجانبى ؟ لماذا ؟ أما ميل الاثر الوجهي على خط الارض فيساوي الزاوية التي يشكلها المستوي الخاص هذا مع المستوي الاقضي للاسقاط . وكذلك يمكن معرفة بعد المستوي عن نقطة الاصل في هذه الحالة .

ج - اذا كان المستوي عموديا على المستوي الجانبى ، يظهر الاثران الاقضي والجانبى متوازيين - انظر الشكل (٩ ج) ولاحظ الزوايا التي يصنعها المستوي مع مستويات الاسقاط . ما هو بعد المستوي عن نقطة الاصل ؟

د - اذا كان المستوي عموديا على مستوى الاسقاط الجانبى والاقضي ، فيستنتج من ذلك ان المستوي مواز للمستوي الوجهي (لماذا) انظر الشكل (٩ د) .

ففي هذه الحالة يظهر للمستوي اثران فقط ولا يظهر اثره الوجهي لانه مواز للمستوى الوجهي ، ويتقاطعان كلاهما في اللانهاية . ويمثل بعد الاثرين الظاهرين عن مستقيم تقاطع المستويين الوجهي والجانبى من جهة ومستقيم تقاطع المستوي الوجهي والاقضي من جهة اخرى المسافة بين المستوي المعلوم والمستوي الوجهي للاسقاط ويظهر كذلك ميل المستوي عن مستويات الاسقاط الرئيسية .

هـ - اذا كان المستوي عموديا على مستوى الاسقاط الوجهي والجانبى ، فيكون اذن موازيا للمستوي الاقضي . ولا يظهر اثر المستوي الاقضي ، بل يظهر الاثران الآخران فقط . انظر الشكل (٩ هـ)

و - اذا كان المستوي جانبا أي عموديا على كل من المستويين الاقضي للاسقاط والمستوي الوجهي للاسقاط في الوقت نفسه ، فيظهر الاثران الوجهي والاقضي على استقامة واحدة

وكلاهما عمودي على خط الارض • انظر الشكل (٩ و) •
ومن الواضح معرفة بعد المستوي عن المستوي الجانبي
للانقطاع •

هناك حالات خاصة يستحسن ان يقوم الطالب بحلها
وهي : -

- ١ - المستوى يمر بمستقيم تقاطع المستوى الوجهي للانقطاع والمستوى
الافقي للانقطاع •
- ٢ - المستوى يمر بمستقيم تقاطع المستوى الوجهي للانقطاع والمستوى
الافقي للانقطاع •
- ٣ - المستوى يمر بمستقيم تقاطع المستوى الجانبي للانقطاع والمستوى
الافقي للانقطاع •
- ٤ - المستوى يمر بنقطة الاصل • وتوجد ما لا نهاية من الوضعيات
لهذه الحالة •

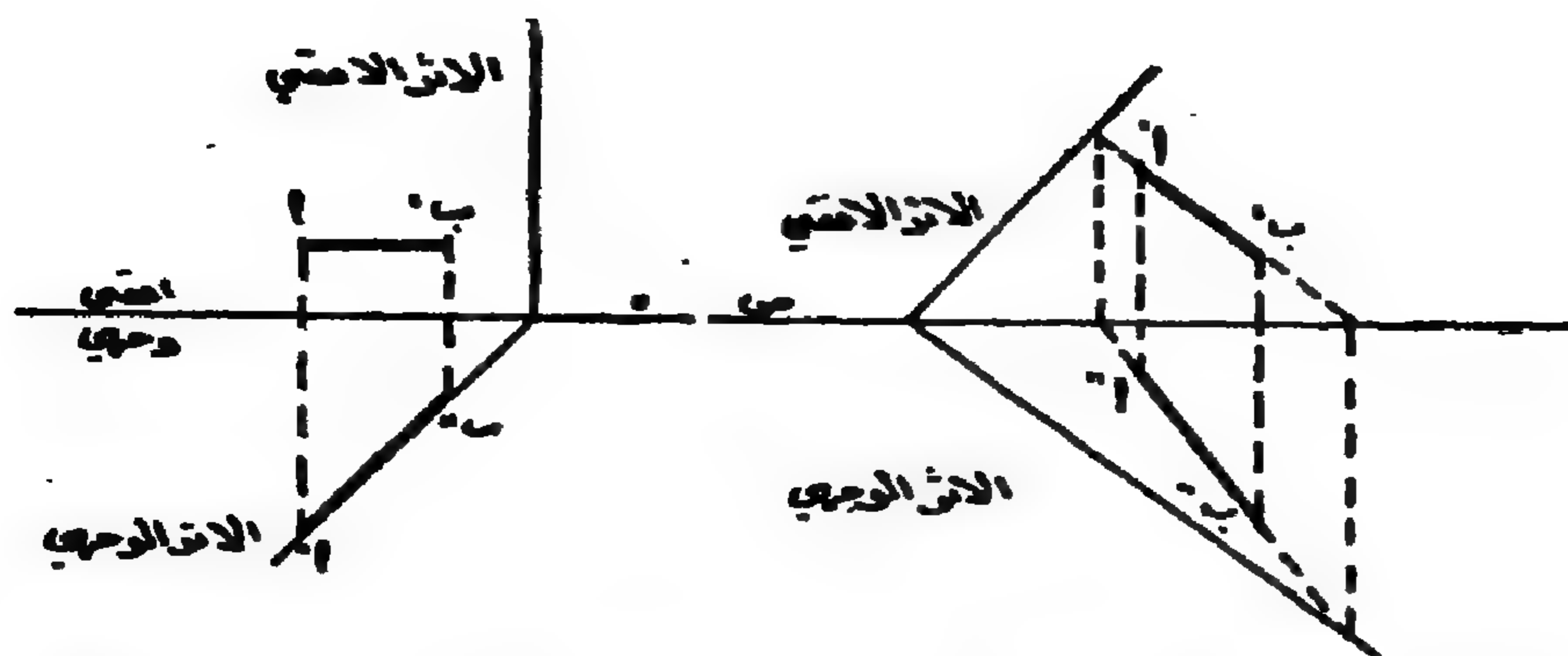
نظرية : اذا وقع مستقيم في مستو معلوم ، فيجب ان يقع اثره
الوجهي على الاثر الوجهي للمستوى ويقع اثره الافقي على الاثر الافقي
للمستوى وهكذا يقال عن الاثر الجانبي •
المفروض : المستوى المعلوم باثريه انظر الشكل (١٠ أ) والمستقيم
أ ب واقع فيه •

المطلوب اثباته : ان الاثر الوجهي للمستقيم يقع على الاثر الوجهي
للمستوي وكذلك يقال عن الاثرين الافقي والجانبي •
البرهان : بما ان اثر المستوى الوجهي هو مستقيم مشترك بين
المستوي المعلوم والمستوي الوجهي للانقطاع •

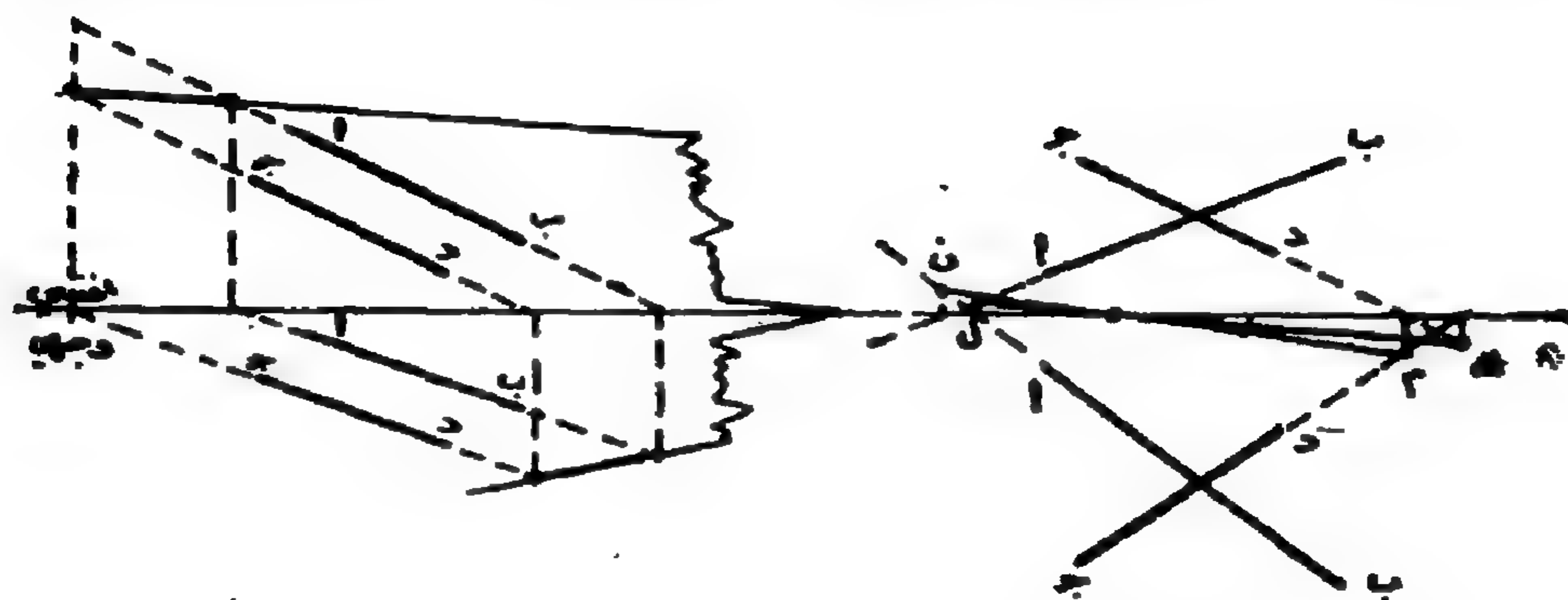
اذن يجب ان تقع عليه كافة النقاط المشتركة بين المستوي المعلوم
والمستوي الوجهي • واثر المستقيم الوجهي هو نقطة مشتركة بين
المستقيم المعلوم والمستوي الوجهي • وحيث ان المستقيم واقع في المستوي
المعلوم « بالفرض » •

اذن تكون جميع نقطه واقعة في ذلك المستوي ، ومن ضمنها اثره
الوجهي •

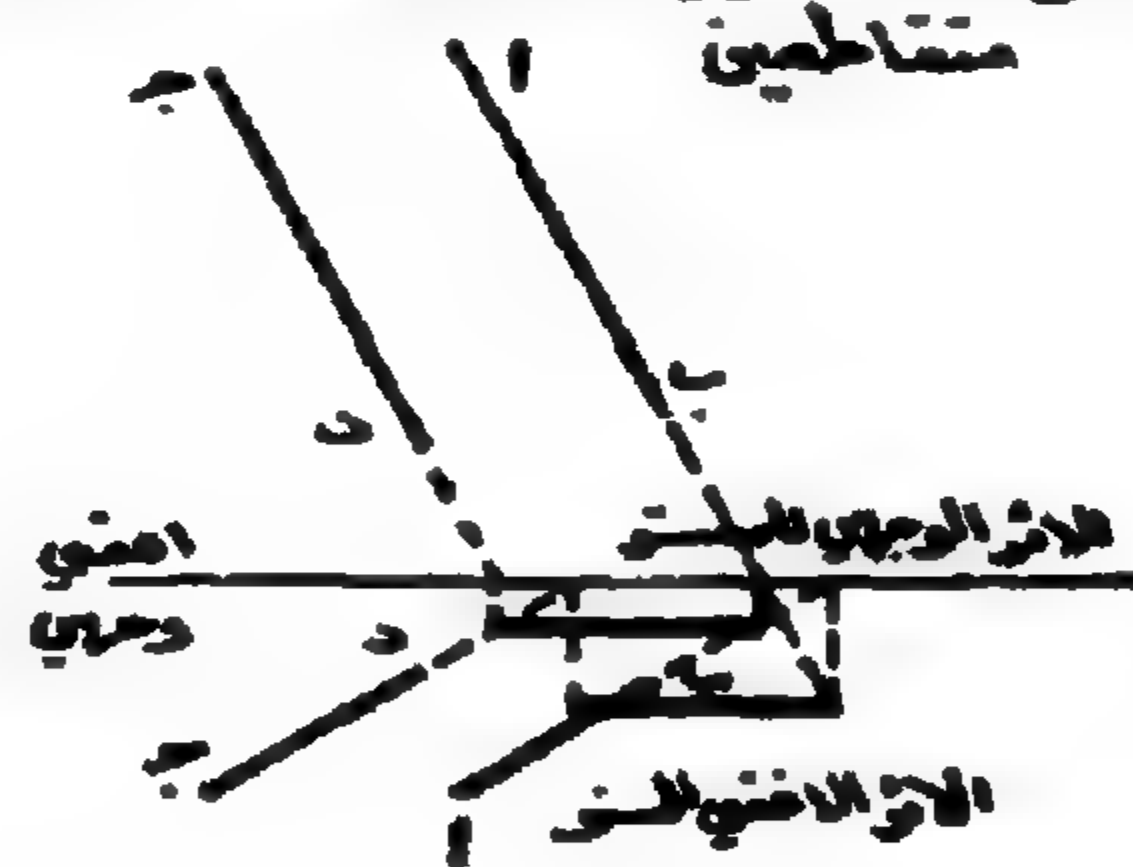
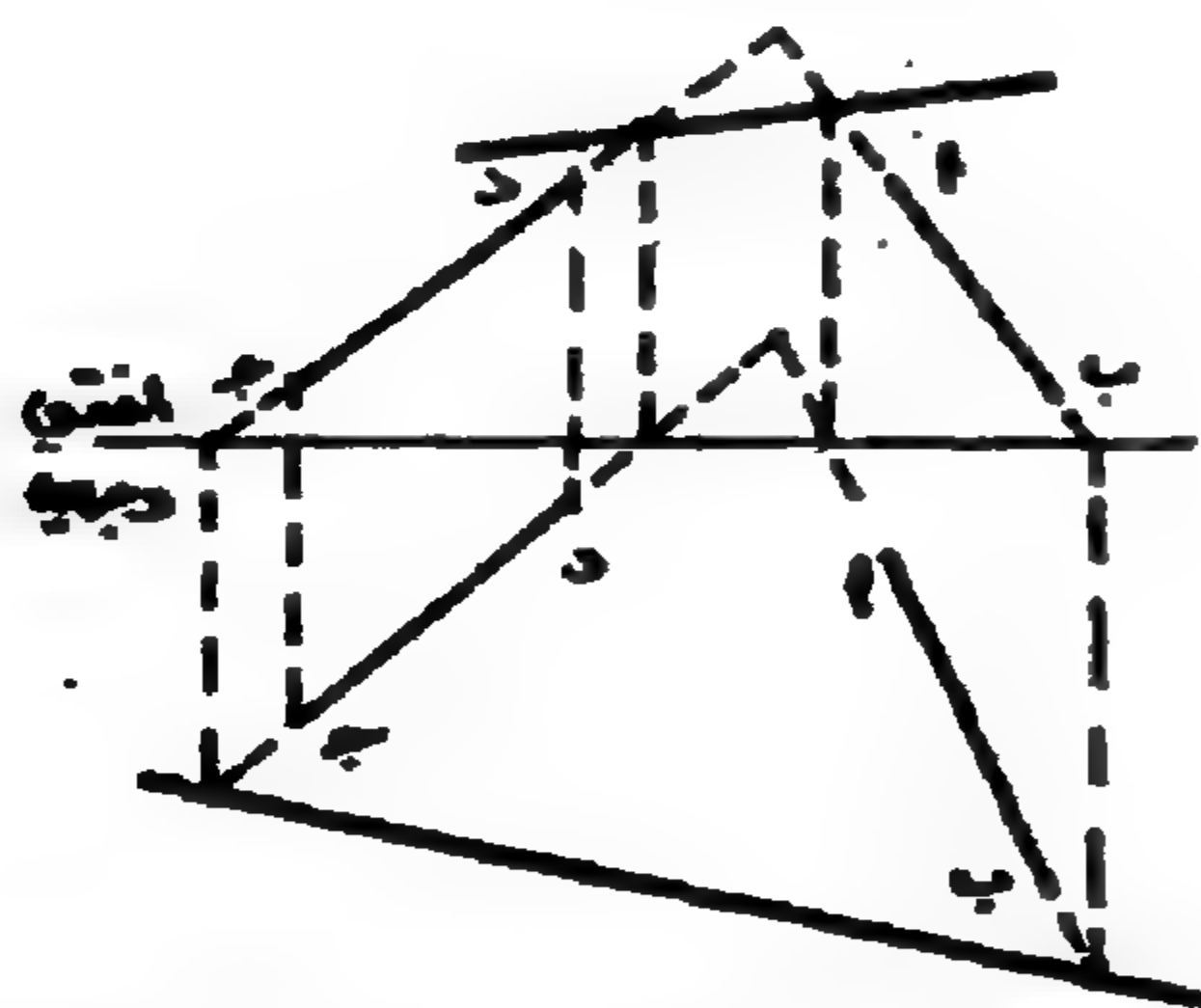
ويستنتج بان هذا الاثر « او النقطة » مشترك بين المستويين ،
الوجهي والمعلوم ، اي انه واقع على الاثر الوجهي للمستوي المعلوم •
وبنفس الطريقة يبرهن على ان اثري المستقيم الاقضي والجانبني
يقعان على اثري المستوي الاقضي والجانبني على التوالي •
(وهو المطلوب) •



شكل (١١) مستقيم واقع في مستوى معلوم. شكل (١٢) مستقيم عمودي في مستوى معلوم.



شكل (١٣) تعيين المستوى للمار بمستقيمين متوازيين. شكل (١٤) تعيين انما مستوي مار بمستقيمين متوازيين.



شكل (١٥) تعيين مستوى مستقيمين معلومين.

شكل (١٦) تعيين انما مستوي مار بمستقيمين متوازيين (المستويين في خط الأرض).

مسألة : المعلوم مستو عمود على المستوى الوجهي للاستقاط كما في الشكل (١٠ ب) والمطلوب تعيين مستقيم فيه يبعد عن المستوى الوجهي مسـم .

الحل : ان المستقيم المطلوب هو مستقيم وجهي .
اذن يظهر مسقطه الاقضي موازيا لخط الارض .
اما مسقطه الوجهي فيظهر منطبقا على اثر المستوى الوجهي ، لان مسقط مستو على مستو عمود عليه يكون خطا مستقيما وعلى هذا الخط تنطبق مساقط كافة المستقيمت والنقاط الواقعة في المستوى هذا .

مسألة : اذا علم مستوى بمستقيمين متقاطعين فانه يمكن الحصول على اثره . انظر الشكل (١٠ ج) .
المفروض : المستقيمان أ ب ، ج د بمسقطيهما .
المطلوب : تعيين آثار مستويهما .

العمل والتعطيل : سنحاول وجود المسقطين الافقيين للاثرين الافقيين الذي يحويهما .
وهكذا اذا حصلنا على المسقطين الوجهيين للاثرين الوجهيين للمستقيمين ووصلنا بينهما ينتج الاثر الوجهي للمستوي .
ففي هذه الطريقة نحصل على الآثار الاربعة للمستقيمين وهي على التوالي نقطة ك ، ل ، م ، ن .
فلو وصلنا بين ك ل وبين م ن ، لحصلنا على الاثرين المطلوبين .
ويلاحظ ان هذين الاثرين يتقاطعان على خط الارض في نقطة مشتركة هي (و) .
ويكون المستوي المار بالمستقيمين ممثلا بالاثرين ك ل ، م ن .
(وهو المطلوب)

مسألة : المعلوم المستقيمان المتوازيان أ ب ، ح د والمطلوب تمثيل
مستويهما انظر الشكل (١٠ د) .

لحل المسألة هذه تتبع خطوات المسألة السابقة نفسها فنحصل على
أثري المستوي لو وصلنا بينهما لتقاطع المستقيما او الاثران خارج
حدود الورقة ولكن ضمن مدى محدود وقريب ، في نقطة على خط
الارض واندعها (ن) .

مسألة : المعلوم المستقيمان المتوازيان أ ب ، ح د والمطلوب تمثيل
اثار مستويهما .

من حل المسألة هذه في الشكل (١٠ هـ) وهي محلولة بنفس
الطريقة المتبعة في المسألتين السابقتين ، نحصل على اثري المستوي
المنار بالمستقيمين المعلومين المتوازيين .

ونلاحظ ان الاثرين متوازيان ويوازي كل منهما خط الارض .
أي ان المستوي عمودي على المستوي الجانبي للاسقاط او انه مواز
لخط الارض ويلتقي هذان الاثران مع خط الارض في اللانهاية وفي
نقطة واحدة .

مسألة : هل يقع المستقيمان أ ب ، ح د في مستو واحد ؟ اذا كانا
في مستو واحد فأوجد اثار مستويهما انظر الشكل (١٠ و) .
لحل المسألة يجب ان نجد اولاً ما اذا كان المستقيمان واقعيين في
مستو واحد أم لا . وذلك بان نمد مستقيهما الاقنين ومستقيهما
الوجهيين ، ونجد في هذه الحالة ان المستقيمين متلاقيان اي ان بينهما
نقطة مشتركة واذا ذاك يمكننا ايجاد اثار مستويهما كما في المسائل
السابقة .

تمارين على المستوي

- ١ - مثل مستويا شاقوليا يصنع ٣٠° مع المستوي الوجهي ، ويبعد عن نقطة الاصل ٥ سم .
- ٢ - مثل مستويا عموديا على المستوي الوجهي ويكون ٤٥° مع المستوي الجانبي للاسقاط ويبعد ٦ سم عن نقطة الاصل .
- ٣ - مثل مستويا افقيا يبعد عن نقطة الاصل ٤ سم . وآخر يبعد عن المستوي الاقبي للاسقاط ٤ سم . هل يوجد فرق بين الاثنين ؟
- ٤ - عين مستقيم تقاطع مستويين في وضع عام (يختار الاستاذ هنا عدة حالات مختلفة ليقوم الطالب بحلها) .
- ٥ - مثل مستويا عموديا على خط الارض ويبعد عن المستوي الجانبي للاسقاط ٣ سم . ما بعد هذا المستوي عن نقطة الاصل ؟
- ٦ - اوجد مستقيم تقاطع مستويين شاقولين احدهما يصنع ٣٠° مع المستوي الوجهي والاخر يصنع ١٢٠° معه ، اما بعداهما عن نقطة الاصل فهما على التوالي ٣ سم ، ٦ سم .
- ٧ - اوجد مستقيم تقاطع مستوي جانبي يبعد عن المستوي الجانبي للاسقاط ٤ سم ومستوي شاقولي يصنع ٣٠° مع المستوي الجانبي .
- ٨ - عين اثار المستوي المار بالمستقيمين أ ب ، ب ح اذا كانت احداثيات النقاط (٤ ، ٣ ، ١٠) ، (٢ ، ١ ، ٧) ، (صفر ، ٧ ، ٢) .
- ٩ - اكتب خطوات العمل لتعيين اثار مستوي مستقيمين متوازيين .
- ١٠ - المعلوم مستقيم ، واثار مستو . هل يقع المستقيم في المستوي ؟ (يحدد هنا موقع المستقيم ووضع المستوي من قبل الاستاذ او الطالب) .
- ١١ - المعلوم مستو باثريه الاقبي والوجهي ، ويصنعان مع خط الارض ٣٠° و ٦٠° على التوالي ، وتبعد نقطة عن نقطة الاصل ٦ سم . عين ما رلمي :
- أ - مستقيم في وضع عام يقع في هذا المستوي .

ب - نقطة واقعة في المستوي وتبعد عن المستوي الوجهي للاسقاط

ج - نقطة واقعة في هذا المستوي وتبعد عن المستوي الجانبي
سم ٣ •
سم ٢ وعن المستوي الاقبي سم ٣ •

د - مستقيمان متوازيان ، لا يوازيان احد مستويات الاسقاط
الرئيسية (الاصلية) •

١٢ - المطلوب اولا تعيين اثار مستو علم منه مستقيمان متقاطعان ، ثم
تعيين اثار المستوي في حالة تلاقيهما على خط الارض ثانيا •

١٣ - المعلوم مستقيم واقع في المستوي الاقبي ، ويصنع ٦٠° مع المستوي
الوجهي ، ونقطة م (٥ ، ٣ ، ٨) • المطلوب تعيين آثار المستوي
المار بالنقطة والمستقيم المعلومين •

١٤ - عين المستوي المار بثلاث نقاط ، احداها في المستوي الاقبي ،
والاخرى في المستوي الوجهي ، والثالثة في المستوي الجانبي •

١٥ - المعلوم مستقيم مائل بمسقطيه ، والمطلوب تعيين مستو مار به
بحيث يكون عموديا على المستوي الوجهي اولا وشاقوليا ثانيا •

١٦ - المعلوم مستو شاقولي يصنع ٣٠° مع المستوي الجانبي ، والمطلوب
تعيين مسقطي المستوي هـ و ز الواقع فيه ، اذا كانت هـ (٧ ، ٣)
ونقطة و (٧ ، ٤) ونقطة ز تبعد ٣ سم عن المستوي الاقبي ، اذا كان
الطول الحقيقي للمستقيم و ز يساوي ٨ سم •

١٧ - المطلوب تمثيل مستو عمودي على المستوي الجانبي للاسقاط
ويبعد عن نقطة الاصل ٦ سم ويصنع ٣٠° مع المستوي الاقبي •
المطلوب تمثيل مستقيم واقع فيه وطوله الحقيقي يساوي ٥ سم
اذا كانت احدى نقاطه واقعة على خط تقاطع المستوي الجانبي
والمستوي الاقبي •

١٨ - المطلوب تمثيل مستو شاقولي بمسقطه (لا آثاره) اذا كانت
زاوية ميله عن المستوي الوجهي تساوي ١٥٠° • وكانت احدى

نقاطه (أ) تبعد عن المستوى الاقي ٣ سم وعن المستوى الجانبي ٦ سم ، ونقطة (ب) تبعد عن المستوى الوجهي ٤ سم ، والنقطة الثالثة (ح) تبعد عن المستوى الجانبي ١٠ سم .

١٩ - المطلوب تمثيل المستوى ح ط ي بمستقيمه وبآثاره ، ووجود مساحة المستوى المذكور ، اذا كانت نقاطه كالآتي :

ح (١ ، ٤ ، ٧) ط (٤ ، ٤ ، ١) ي (٩ ، ٤ ، ٤)

٢٠ - عين مستقيما وجهيا في حالة بعده عن المستوى الوجهي للاسقاط بمقدار ٣ سم وواقع في المستوى ك ل م والمعلوم باحداثيات نقاطه كالآتي : -

ك (٧ ، ٣ ، ١) -

ل (٦ ، ٥ ، ٤)

م (٢ ، ٧ ، ٦)

٢١ - في السؤال (١٩) جد طول اطول مستقيم افقي واقع في هذا المستوى .

٢٢ - هل يمكنك معرفة وضع المستوى عل م بالنسبة الى مستويات الاسقاط وبدون رسمه ؟

ع (١٢ ، ١٠ ، ١) سم

ل (١٢ ، ١٠ ، ١) سم

م (١٠ ، ١٠ ، ١) سم

الفصل الخامس

تمثيل نقاط ومستويات ومستقيمات خاصة

سيقسم هذا الموضوع الى قسمين رئيسيين اولهما مسائل الوضع وثانيهما مسائل القياس .

تبحث مسائل الوضع في تمثيل النقاط والمستقيمات والمستويات بالنسبة لاوزاعها المختلفة وبالنسبة لعلاقة بعضها ببعض وهي لا تبحث قياسات الاطوال مثلا أو المساحات أو الاشكال الحقيقية أو غيرها . وسنتناول في هذا الموضوع أربعة اركان رئيسية وهي : تمثيل النقطة الواقعة على مستقيم معلوم أو في مستو معلوم وتعيين المستويات المتوازية ، وتعيين خط تقاطع مستويين معلومين ونقطة تقاطع مستقيم ومستو .

ويلاحظ ان حل المسائل الخاصة بهذا الموضوع يتوقف على مدى تفهم الطالب للفصول الاربعة السابقة ، فهو اذن تطبيق مباشر للدروس التي مرت بنا وسيفسح المجال للطلاب لحل العديد من مسائل هذا الموضوع بأوقات مذاكراته الخاصة وذلك باعتماده على معلوماته السابقة . وسوف فختصره قدر الامكان وسنبحث المسائل المهمة والاساسية التي يحتاجها الطالب .

أما ما سنتناوله من مسائل القياس هنا فسنحصرها في بعض الامثلة كدوران نقطة حول مستو أو تعيين الطول الحقيقي لمستقيم مائل ، او الزوايا التي يصنعها مستقيم في وضع عام مع مستويات الاسقاط الرئيسية وما شابه . أما ما يتعلق بموضوع التعامد فسيكون موضوع بحثنا في الفصل القادم بصورة مستقلة .

اولا - مسائل الوضع

مسألة (١) : النقطة الواقعة على مستقيم :

يجب أن يقع مسقط النقطة الاقضي على مسقط المستقيم الاقضي ومسقطها الوجهي على مسقطه الوجهي ، ففي الشكل (١١) ، تقع النقطة ح على المستقيم أ ب ، لان مسقطها الاقضي يقع على مسقطه الاقضي وهكذا يقال عن المسقطين الآخرين ، أما نقطة (ز) فلا تقع على المستقيم (هـ و) لان كلا من مسقطيها يقع على المسقط المعاكس للمستقيم . وكذلك يقال عن النقطة (ي) ليست على المستقيم (ح ط) لان مسقطها الاقضي لا يقع على مسقط المستقيم الاقضي بالرغم من وقوع مسقطها الوجهي على مسقط المستقيم الوجهي .

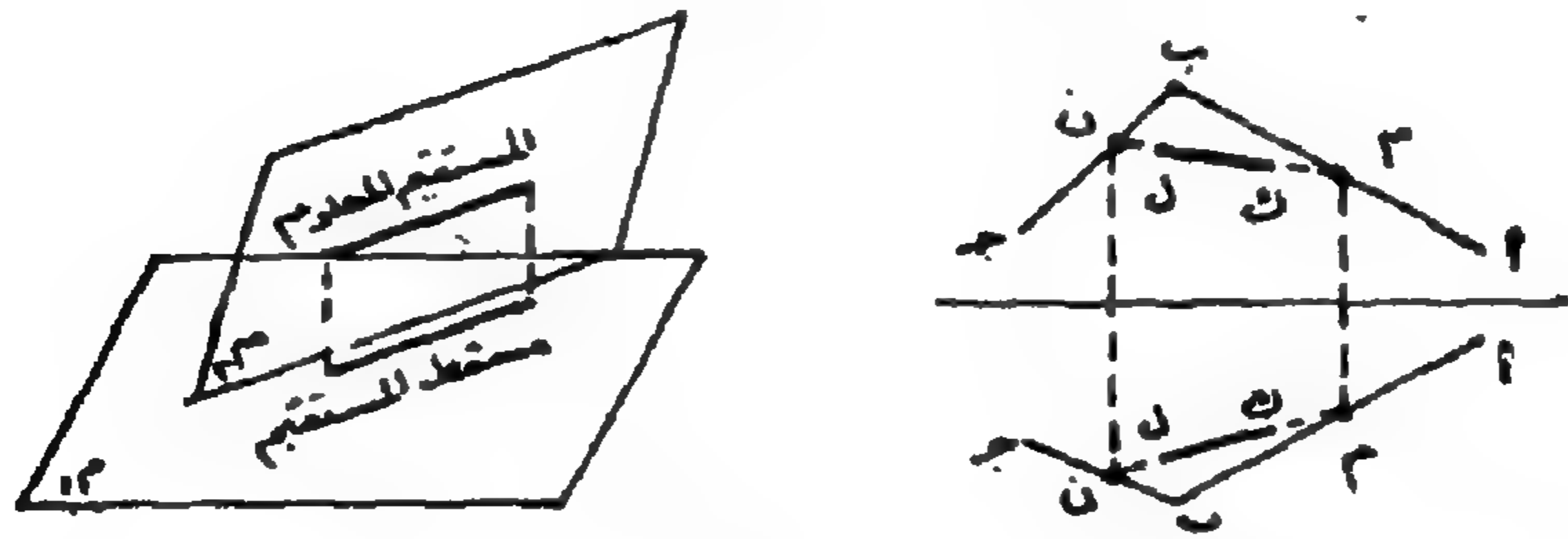
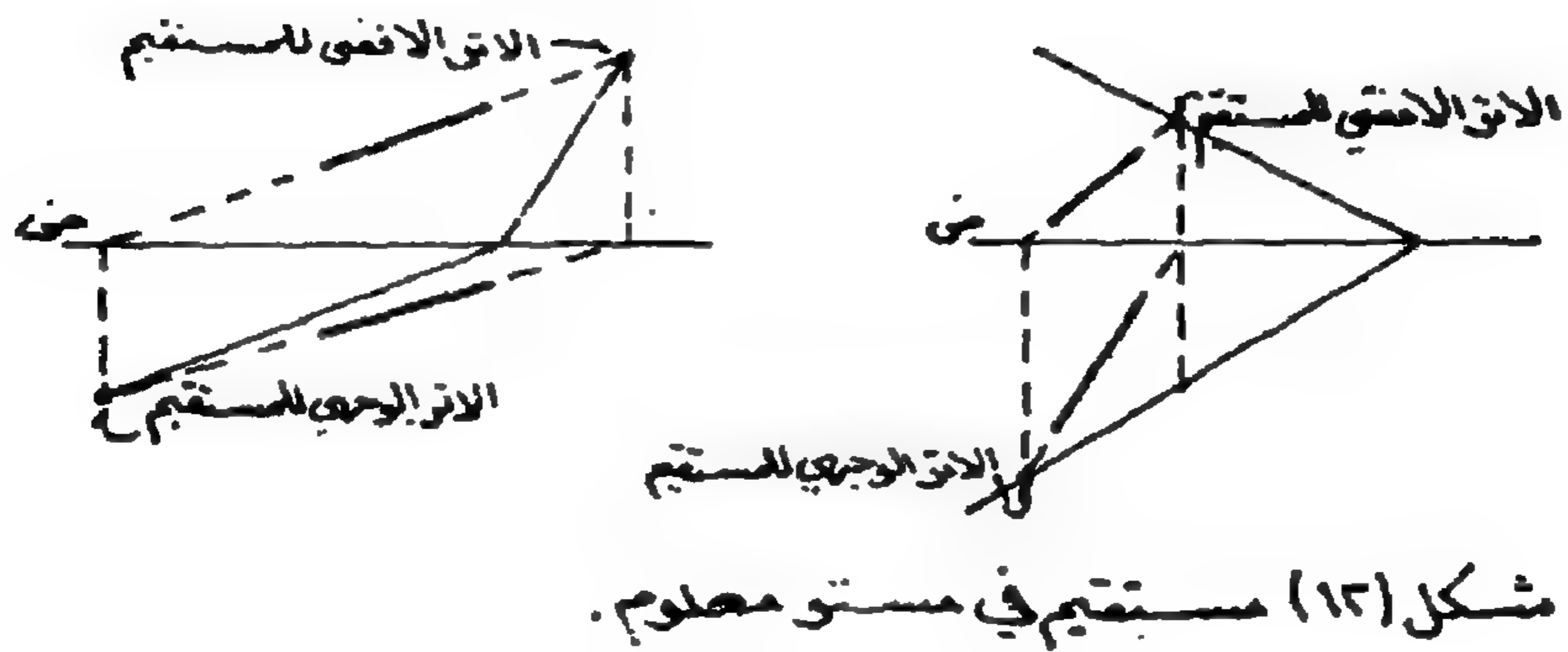
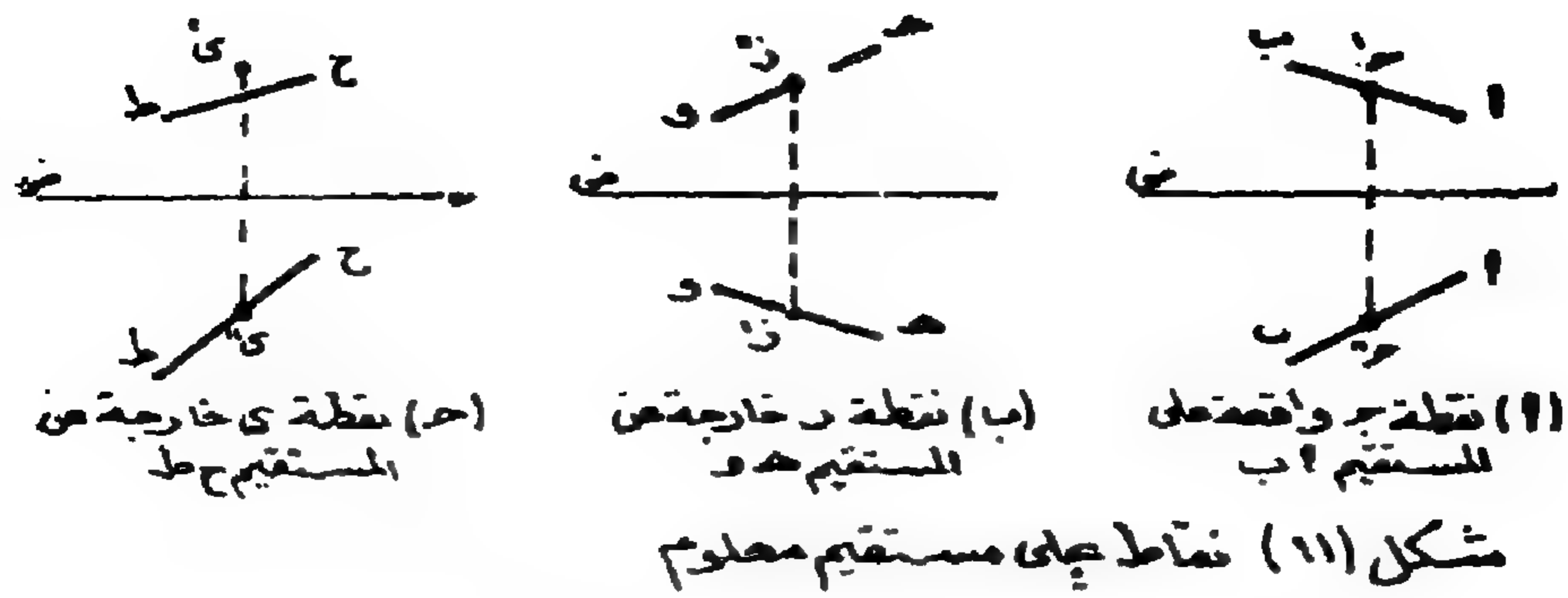
مسألة (٢) : المستقيم الواقع في مستو معلوم ممثل بأثريه :

يجب ان يقع أثر المستقيم الوجهي على أثر المستوى الوجهي . وكذلك يقال عن بقية الاثار ، وقد ذكرنا ذلك في الفصل السابق .

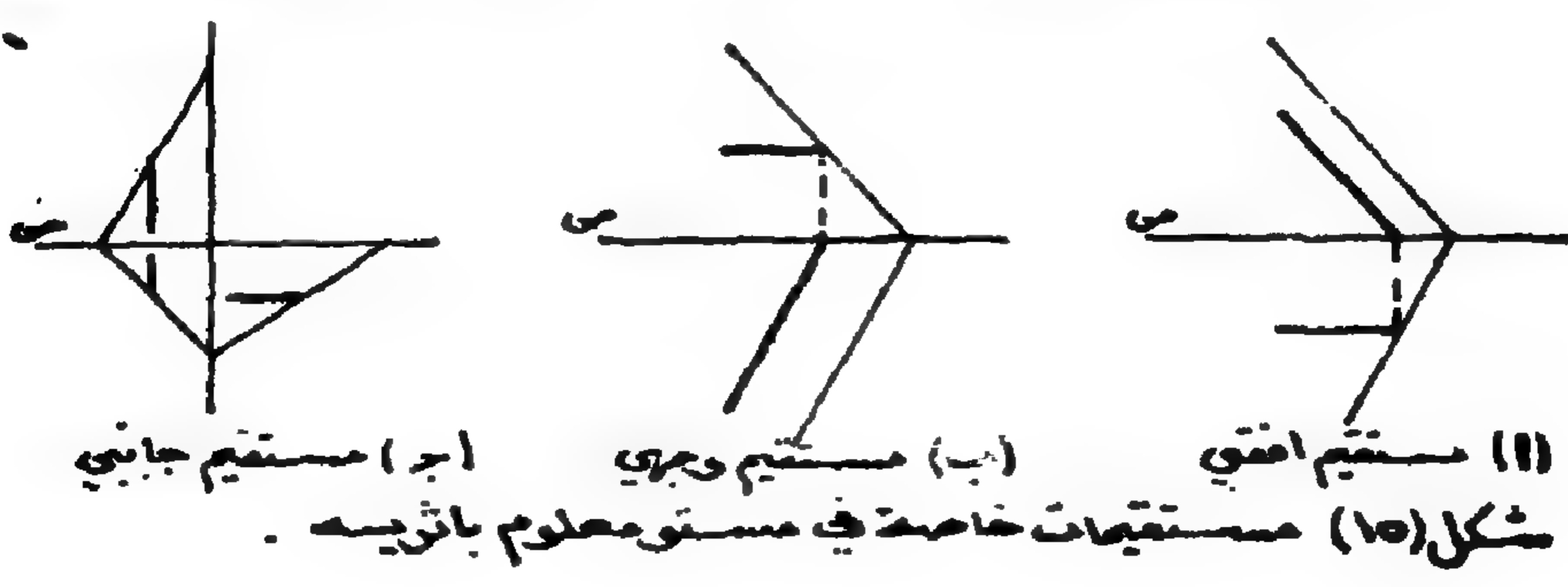
فاذا كان لدينا مستو معلوم بأثريه ومسقط واحد لمستقيم واقع فيه ، و اردنا تعيين مسقطه الآخر ، وليكن في هذه الحالة مسقط المستقيم الاقضي معلوما والمطلوب وجود مسقطه الوجهي شكل (١٢) فاننا نعين أثري المستقيم ، أولهما وهو الاقضي في هذه الحالة ، يتعين مباشرة بعد المسقط الاقضي للمستقيم حتى يقطع الاثر الاقضي للمستوي المعلوم ثم نعين المسقط الاقضي للاثر الوجهي للمستقيم وذلك بعد مسقط المستقيم الاقضي حتى يقطع خط الارض ، وبعده نعين مسقط الاثر الوجهي وهو نفسه الاثر الوجهي للمستقيم بأقامة شعاع عمودي على خط الارض من المسقط الاقضي للاثر المذكور .

مسألة (٣) : المعلوم المستقيمان المتقاطعان أ ب ، ح د والمسقط

الوجهي للمستقيم (ك ل) الواقع في مستوي المستقيمين . المطلوب تعيين



شكل (١٤) الشكل الموازي لمستويين متقاطعين في احداهما مستقيم يوازي للمستقيم الاخر



مسقطه الاققي ، كما في الشكل (١٣) .

بما ان المستقيم ك ل واقع في مستوى المستقيمين المتقاطعين أ ب ،
ح ب اذن يقطع كلا منهما ، ويتج من ذلك نقطة تقاطع المستقيم ك ل
مع أ ب ولتكن م ، ونقطة تقاطع ك ل مع ح ب ولتكن ن وبوصيل
مسقطي م ، ن الاققيين . نحصل على المسقط الاققي المطلوب
للمستقيم ك ل .

نظرية : - اذا تقاطع مستويان ، وكان في احدهما مستقيم مواز
للمستوي الآخر ، فان مسقط هذا المستقيم على المستوي الآخر، يكون
موازيا لمستقيم تقاطع المستويين .

المفروض : المستويان المتقاطعان ١م ، ٢م في المستقيم (ح) والمستقيم
المعلوم واقع في المستوي ٢م ويوازي المستوي ١م .

المطلوب اثباته : ان مسقط المستقيم على المستوى ١م يوازي مستقيم
تقاطع المستويين (ح) .

البرهان : بما ان المستقيم المعلوم يوازي المستوي ١م ، اذن يجب ان
يكون مسقطه موازيا له ومساويا لطوله الحقيقي . وبما ان المستقيم
المعلوم ومستقيم تقاطع المستويين (ح) واقعان في المستوي ٢م ، اذن
يجب ان يكونا متوازيين والا كانا متقابلين وهذا معاكس للفرض حيث
ان المستقيم يوازي ١م ، اذن يتج ان المستقيم المعلوم يوازي كلا من
المستقيم (ح) ومسقطه على المستوي ١م . أي ان هذين المستقيمين
متوازيان .

(وهو المطلوب)

نتيجة (١) : مستقيم الاقعي الواقع في مستو معلوم هو المستقيم

الناتج من تقاطع ذلك المستوي مع مستو اقعي يوازي المستوي الاقعي للاسقاط ، وجميع المستقيمت الاقعية الموجودة في مستو واحد تكون متوازية وكذلك تكون مساقطها متوازية أيضا .

ولتمثيل مستقيم اقعي واقع في مستو معلوم بأثريه كما في الشكل (١٥ أ) نجد ان المسقط الاقعي للمستقيم يوازي الاثر الاقعي للمستوي ، والمسقط الوجهي للمستقيم الاقعي يوازي خط الارض . وبعد المستقيم الاقعي عن المستوي الاقعي في هذه الحالة موجب لانه واقع تحت خط الارض كما في الفصول السابقة . كيف نعين مستقيما أفقيا يقع في مستو معلوم بأثريه ، ويكون بعده عن المستوي الاقعي سالبا ؟

نتيجة (٢) : المستقيم الوجهي او الامامي الواقع في أي مستو ،

هو المستقيم الحاصل من تقاطع هذا المستوي مع مستو وجهي يوازي المستوي الوجهي للاسقاط ، وتكون كافة المستقيمت الوجهية الموجودة في مستو واحد متوازية . وهكذا يقال عن مساقط هذه المستقيمت المتوازية .

فلتمثيل مستقيم وجهي واقع في مستو معلوم بأثريه ، راجع الشكل (١٥ ب) حيث يظهر مسقط هذا المستقيم الاقعي موازيا لخط الارض ومسقطه الوجهي موازيا للاثر الوجهي للمستوي المعلوم .

نتيجة (٣) : المستقيم الجانبي هو المستقيم الواقع في مستو

يوازي المستوي الجانبي للاسقاط . أو هو المستقيم الواقع في مستو معلوم ، يحصل من تقاطع هذا المستوي مع مستو جانبي يوازي المستوي الجانبي للاسقاط .

وتكون كافة المستقيمت الجانبية الموجودة في مستو واحد متوازية وكذلك تكون مساقطها . ولتمثيل مستقيم جانبي واقع في مستو معلوم بأثاره ، يظهر المسقط الجانبي للمستقيم موازيا للاثر الجانبي للمستوي كما في الشكل (١٥ ج) . كيف يظهر المسقطان الآخران ؟

مسائل محلولة

مسألة (١) : المطلوب تمثيل مستو شاقولي بمسقطيه ، بحيث يصنع ٣٠ مع المستوي الوجهي للاسقاط ، أما المعلومات الاخرى فللطالب حق التصرف بفرضها كما يشاء .

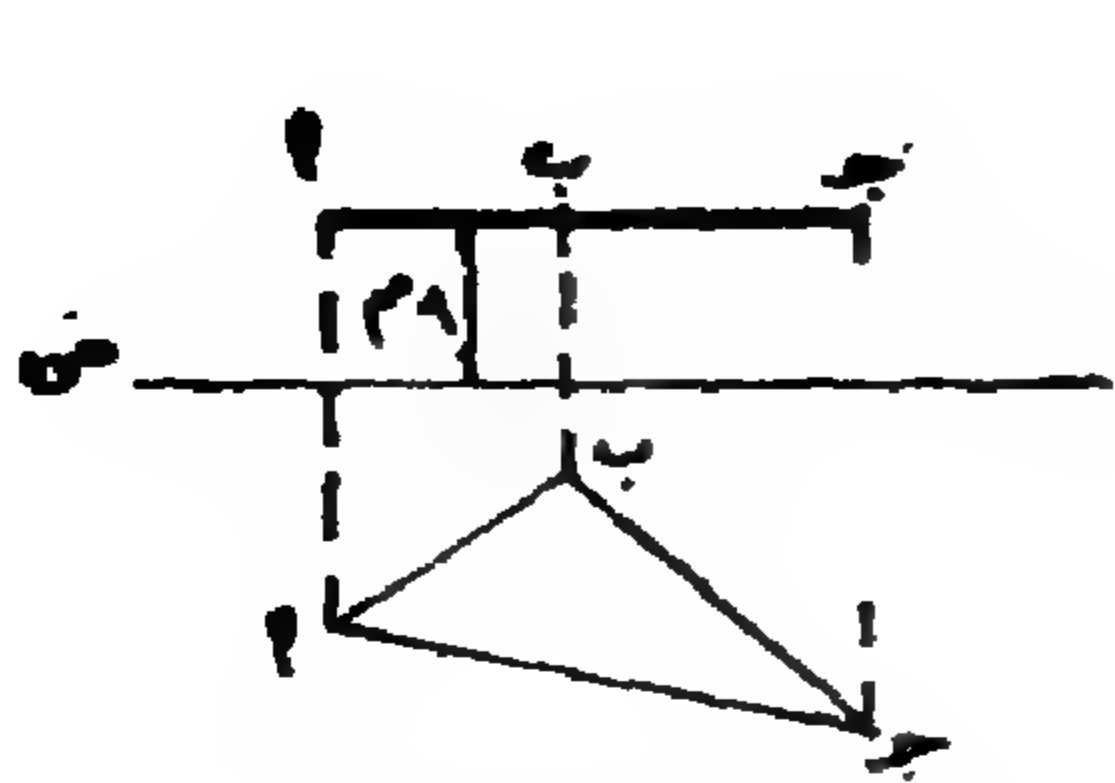
من ملاحظة الشكل (١٦ أ) نجد ان المسقط الافقي للمستوي هو نفسه الاثر الافقي للمستوي لان النقاط الواقعة في مستو واحد عمودي على مستو آخر تنطبق مساقط جميعها على خط تقاطع المستويين .

مسألة (٢) : المطلوب تمثيل مستو وجهي بمسقطيه الافقي والوجهي

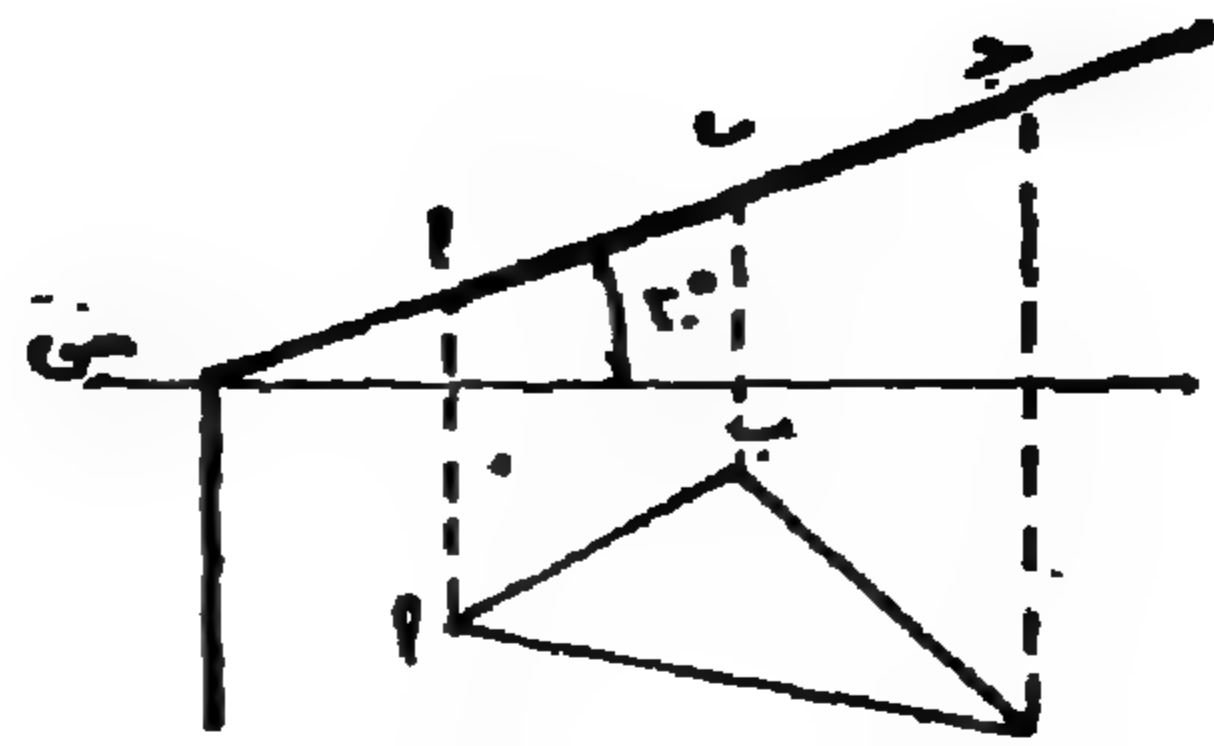
يبعد ٩ مليمترات عن المستوي الوجهي للاسقاط وابعاد قاطه عن المستوي الافقي غير متساوية وللطالب حق اختيارها . ففي الشكل (١٦ ب) نجد المستوي أ ب ح قد اسقطت قاطه الى المستوي الافقي وظهرت خطا مستقيما بما يدل على ان المستوي شاقولي ، هذا من جهة ، ومن جهة اخرى نرى ان جميع ابعاد قاطه عن المستوي الوجهي متساوية أي ان المستوي يوازي المستوي الوجهي للاسقاط (وهذا ما يتفق مع المفروض في المسألة ويبعد المستويان أ ب ، ب ح عن خط الارض ٩ مليمترات وهذا البعد يمثل بعد المستوي أ ب ح وكافة النقاط الواقعة فيه، عن المستوي الوجهي للاسقاط بمقدار ٩ مليمترات . وينطبق الاثر الافقي للمستوي هذا على مسقطه الافقي ، أما أثره الوجهي فلا يظهر الا في اللانهاية لان المستوي الوجهي للاسقاط وهذا المستوي متوازيان .

مسألة (٣) : المطلوب تمثيل مستو جانبي يبعد عن المستوي الجانبي

للاسقاط ٣ سم . لحل هذه المسألة نفرض ابعادا لثلاث قاط من قاط المستوي عن المستوي الوجهي والافقي ، واول ما يمكننا تعيينه هنا هو موقع مسقطي المستوي الافقي والوجهي ، بحيث يبعدان عن مستقيمي الطي الافقي - الجانبي والوجهي - الجانبي بمقدار ٣ سم . والان على الطالب ان يكمل المسألة ويرسمها .

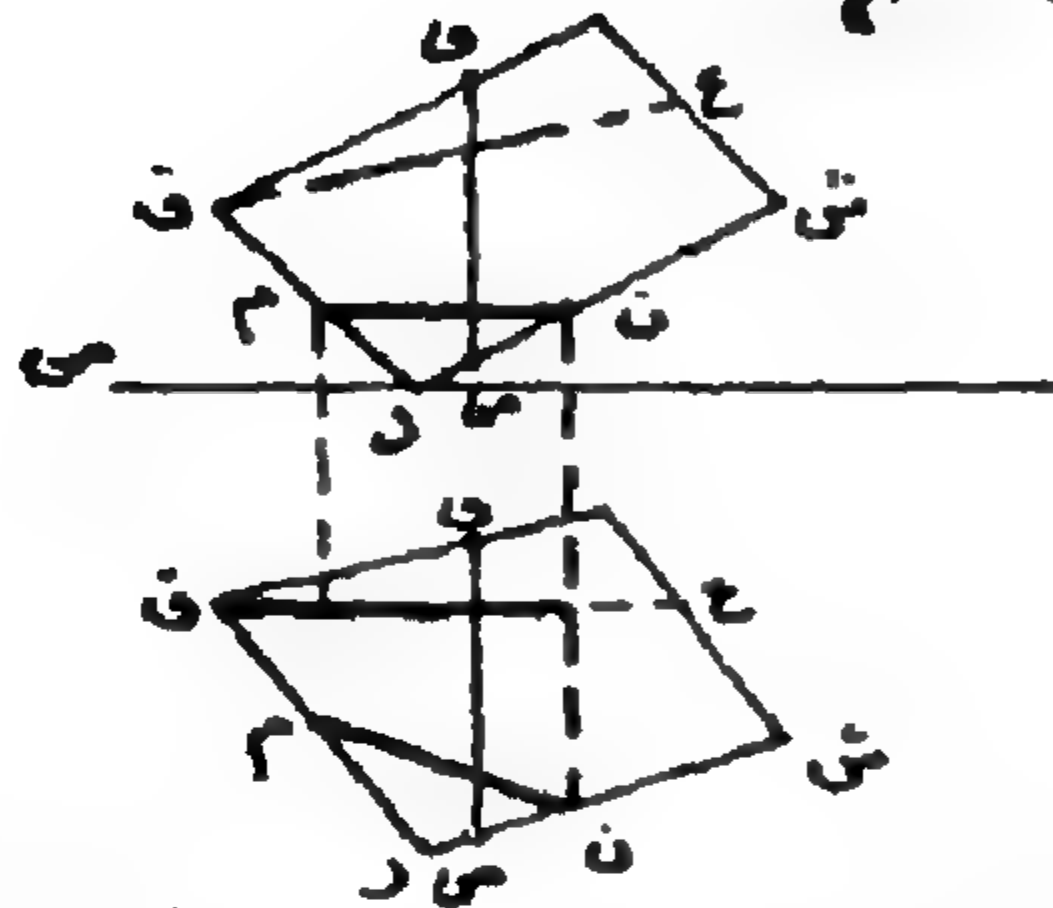


(ب) مستو و جهري

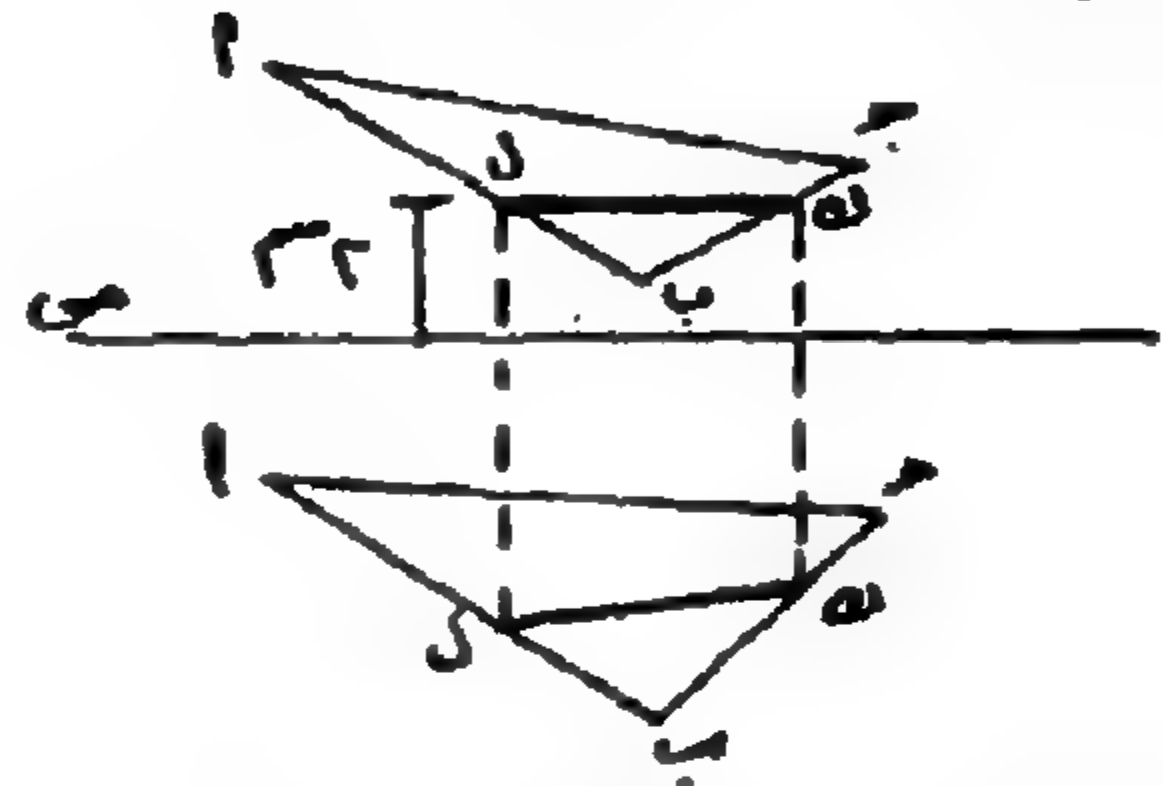


(ا) مستو شاقولي

شكل (١٦) مستويات خاصة معينة بمسقطيها.

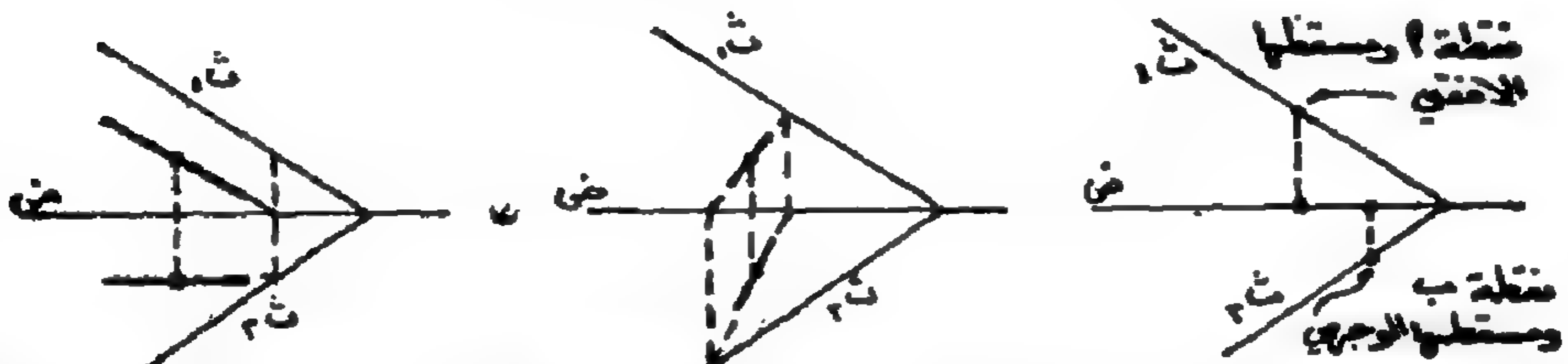


(ب) ٢ مستقيمت خاصة في مستو معلوم

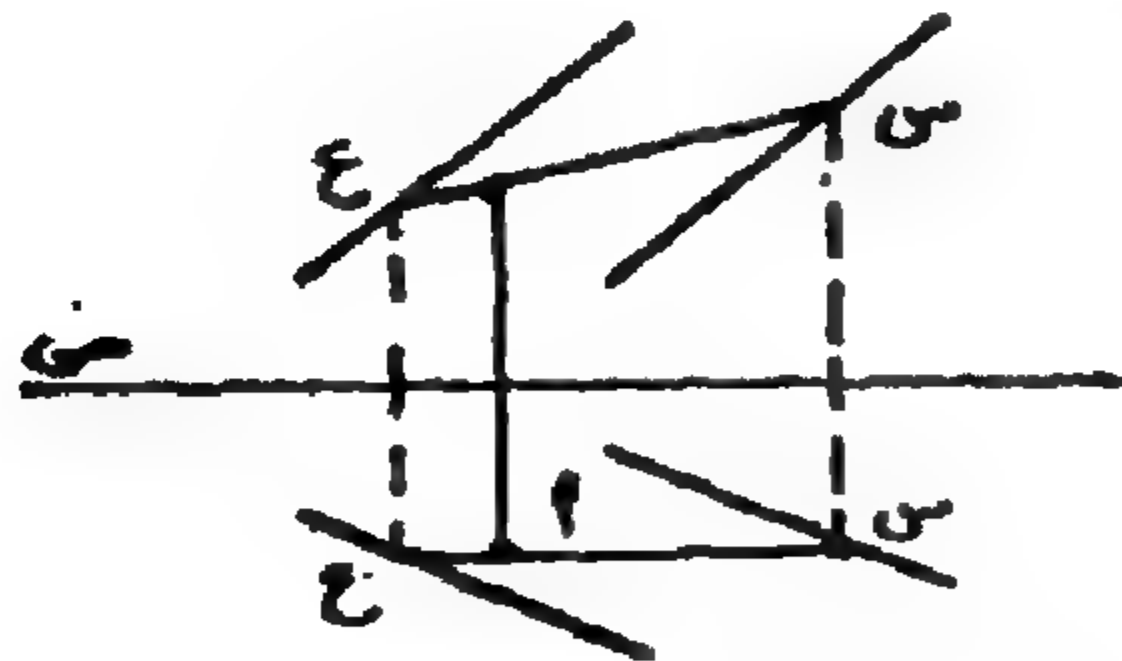


(ا) مستقيم و جهري بعد π_2 من المستو الوجهي للاسقاط

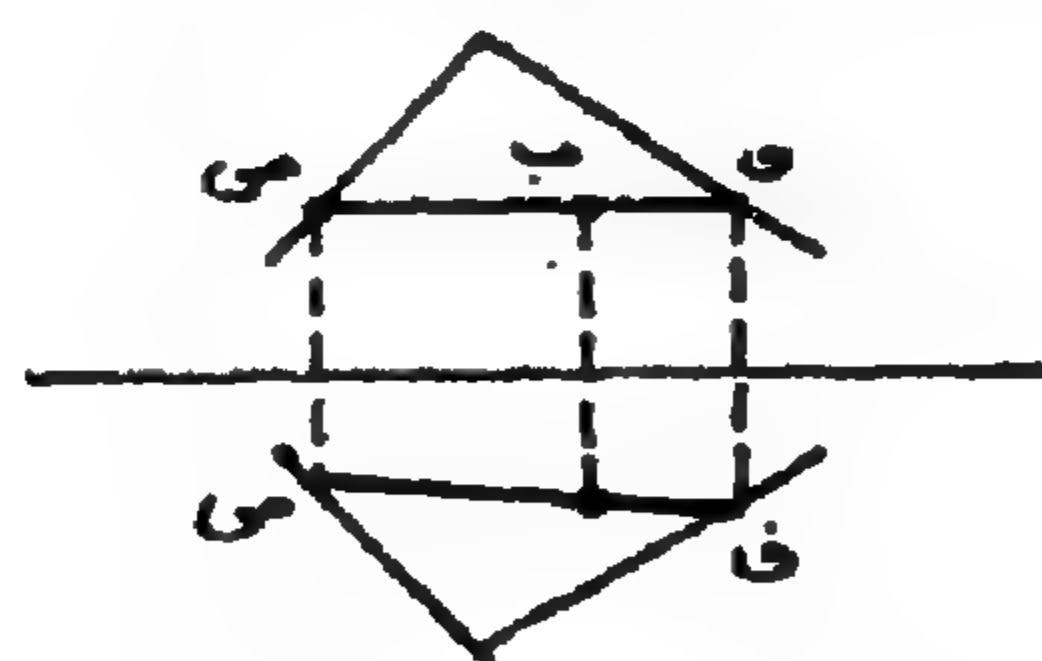
شكل (١٧) مستقيمت خاصة في مستو معلوم.



(ا) نقاط على آثار للمستو (ب) الاسقاط بمستقيم في موضع عام (ج) امرار مستقيم افقي بالنقطة شكل (١٨) تعيين نقطة في مستو معلوم باثريه.



(ا) مستقيمتين متوازيين



(ب) مستقيمتين متقاطعتين

شكل (١٩) تعيين نقطة في مستو معلوم بمستقيمتين.

مسألة (٤) : المعلوم المستوي أ ب ح بمسقطيه والمطلوب تمثيل

مستقيم واقع فيه بحيث يكون وجهيا ويبعد عن المستوي الوجهي
للاسقاط ٢سم .

لحل المسألة انظر الشكل (١٧ أ) حيث عين المسقط الافقي
للمستقيم الوجهي قبل كل شيء بشرط ان يكون موازيا لخط الارض
ويبعد ٢سم عنه ومن نقاط تقاطع هذا المسقط مع مسقطي مستقيمين
من مستقيمات المستوي أ ب ، ج ، د ، تعين مسقطي هاتين النقطتين على
المستوي حيث يتعين المسقط الوجهي للمستقيم الوجهي ك ل الواقع في
المستوي أ ب ج والمسقط الوجهي لهذا المستقيم يساوي طوله الحقيقي .
ومن الملاحظ ان المستقيم ك ل هو المستقيم الوحيد الوجهي الذي
يبعد ٢سم عن المستوي الوجهي للاسقاط والواقع في المستوي أ ب ج
ولكن هناك لا نهاية من المستقيمات التي تقع في المستوي أ ب ج بحيث
تكون وجهية ، او جانبية او افقية .

مسألة (٥) : المعلوم المستوي ق ر ش ت ، والمطلوب رسم ثلاثة

مستقيمات واقعة فيه احدها افقي والاخر وجهي والثالث جانبي .
لحل المسألة انظر الشكل (١٧ ب) حيث ان المستقيم (م ن) هو
مستقيم وجهي والمستقيم (ق ع) هو مستقيم افقي والمستقيم (ف ص)
هو مستقيم جانبي .

مسألة (٦) : المعلوم مستو باثريه الوجهي والافقي والمطلوب تمثيل

نقطة واقعة في هذا المستوي .

ان ابسط الحالات هي التي تكون النقطة فيها واقعة على احد آثار
المستوي ، وفي هذه الحالة تكون النقطة الواقعة على اثر المستوي الافقي
فيكون احد مسقطيها واقعا على الاثر الافقي والمسقط الاخر واقعا على
خط الارض انظر الشكل (١٨ أ) اما النقطة ب فتقع على الاثر الوجهي
للمستوي فيكون مسقطها الافقي على خط الارض .

اما اذا كانت النقطة بعيدة عن الاثر فنسوز بها مستقيما واقعا في

المستوي حيث يتعين موقعها عليه ، أما المستقيم المذكور فقد يكون مستقيما في وضع عام كما في الشكل (١٨ ب) او مستقيما في وضع خاص كأن يكون افقيا مثلا - كما في الشكل (١٨ ح) •

ففي الشكل (١٨) المعلوم من مستو اثره الاقوي والوجهي ومسقط واحد لنقطة واقعة فيه ، والمطلوب تمثيل المسقط الاخر للنقطة •

مسألة (٧) : المعلوم المسقط الوجهي لنقطة واقعة في مستو معلوم بمستقيمين متوازيين والمطلوب تعيين مسقطها الثاني •

ففي الشكل (١٩ أ) المعلوم مستو بمستقيمين متوازيين (س) و(ع) ومسقط النقطة (أ) الوجهي الواقعة في مستوي المستقيمين ، ولتعيين المسقط الاقوي نمرر بالنقطة مستقيما ، وليكن في هذه الحالة مثلا مستقيما افقيا • ان المسقط الوجهي لهذا المستقيم يقطع المسقطين المتوازيين في المستوى الوجهي ، وبعد ذلك نعين المسقط الاقوي للمستقيم الاقوي المار بالنقطة (أ) حيث يتعين مسقط النقطة (أ) الاقوي بعد رسم شعاع من مسقط (أ) الوجهي الى المسقط الاقوي •
(وهو المطلوب)

مسألة (٨) : المعلوم المسقط الاقوي لنقطة واقعة في مستو معلوم بمستقيمين متقاطعين ، والمطلوب تعيين مسقطها الوجهي •

ففي الشكل (١٩ ب) ، المعلوم مستو بمستقيمين متقاطعين (ف) و (ص) ومسقط النقطة (ب) الاقوي • ولتعيين مسقطها الوجهي نمرر بها مستقيما وجهيا ونعتبره واقعا في مستوي المستقيمين ويتعين مسقط هذا المستقيم الوجهي بتعين مسقط النقطة (ب) الوجهي كما في المسألة السابقة •

هل يمكن تعيين المسقط الوجهي للنقطة (ب) بامرار مستقيم في وضع عام بالنقطة ذاتها ؟

خط تقاطع مستويين

مسألة (١) : المعلوم مستويان بآثارهما ، والمطلوب تعيين مستقيم

تقاطعهما .

من المعلوم ان المستويين في الفراغ اما ان يكونا متقاطعين او متوازيين ، ففي الحالة الاولى يتعين مستقيم تقاطعهما وهو المستقيم المشترك بينهما ، وسيرمز له بالحرف (ق) .

فالفكرة اذن هي كيفية تعيين نقطتين بين المستويين حيث يكون المستقيم الواصل بينهما مشتركا بين المستويين ، وان اسهل الحالات في تعيين النقاط المشتركة هي تعيين اثري المستقيم الواقع في كل من المستويين فيجب اذن ان يكون اثره الاقضي واقعا على الاثر الاقضي لكل من المستويين ، فهو اذن نقطة تقاطع الاثرين الاقعيين للمستويين . وكذلك يقال عن اثره الوجهي الذي سيقع على الاثرين الوجهيين للمستويين وهي النقطة (أ) ومسقطها الاقضي يقع على خط الارض ، وكذلك نعين نقطة تقاطع الاثرين الاقعيين للمستويين وهي النقطة (ب) ومسقطها الوجهي يقع على خط الارض والان نصل المسقطين الوجهيين للنقطتين (و ب) فيكون المستقيم الواصل بينهما مسقط (ق) الوجهي وبايصال المسقطين الاقعيين للاثرين او النقطتين (أ و ب) فيكون مسقط المستقيم (ن) الاقضي . ونلاحظ انه ليس لمستقيم التقاطع حدود لان طوله غير محدود من حيث ان المستويين غير محدودين في الفراغ .

مسألة (٢) : المطلوب تعيين مستقيم تقاطع مستويين معلومين

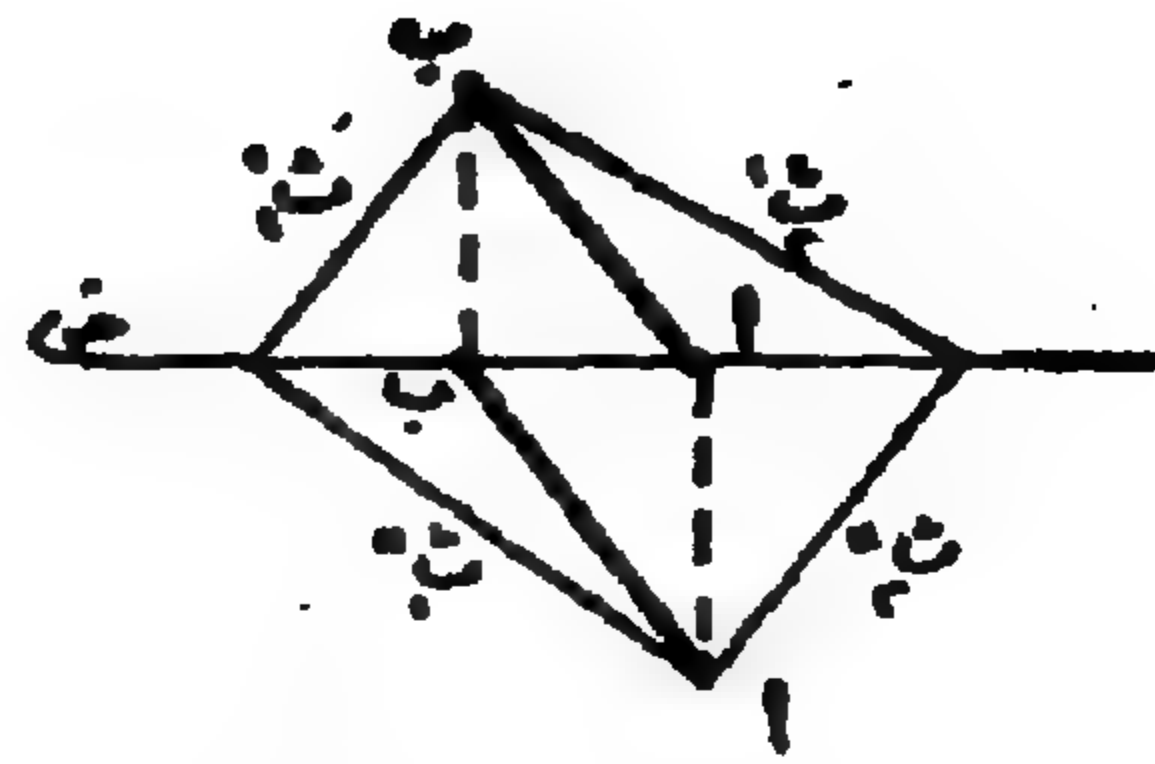
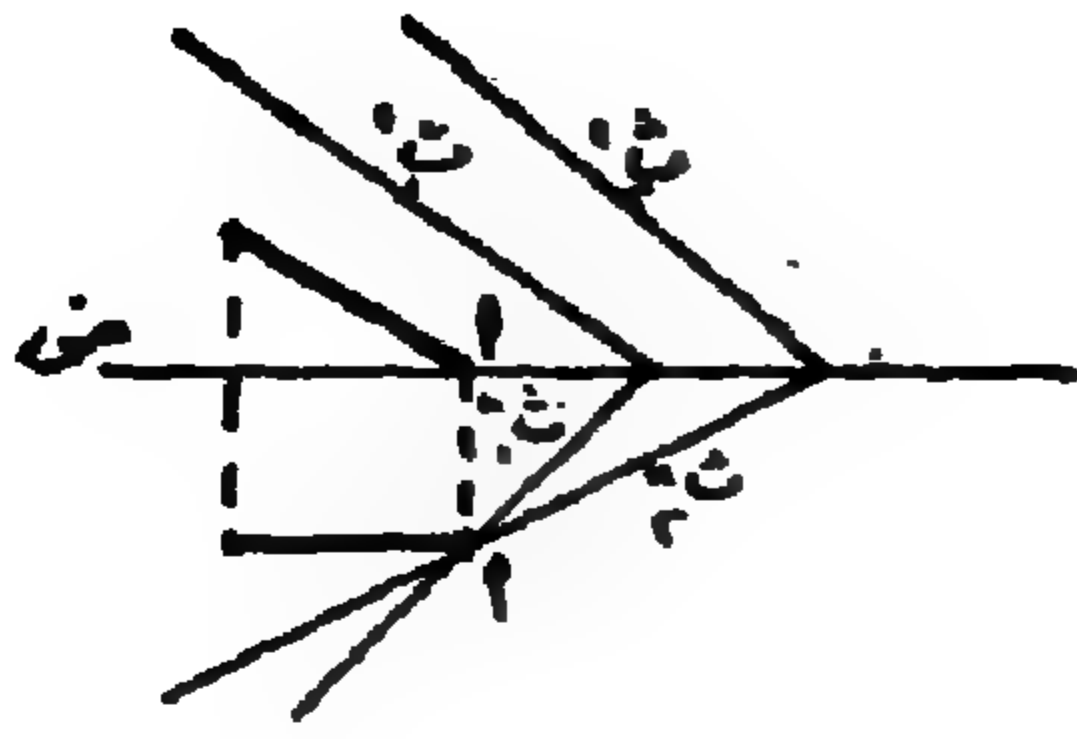
بآثارها ، بحيث يلتقي الاثران الوجهيان للمستويين ، ويتوازي أثرهما الاقحيان . ففي الشكل (٢٠ ب) يتوازي الاثران ث^١ ، ث^٢ ويتقاطع الاثران الوجهيان للمستويين بالنقطة (أ) التي هي الاثر الوجهي لمستقيم التقاطع .

ومن المعلوم انه اذا تقاطع مستويان مع مستو ثالث في مستقيمين

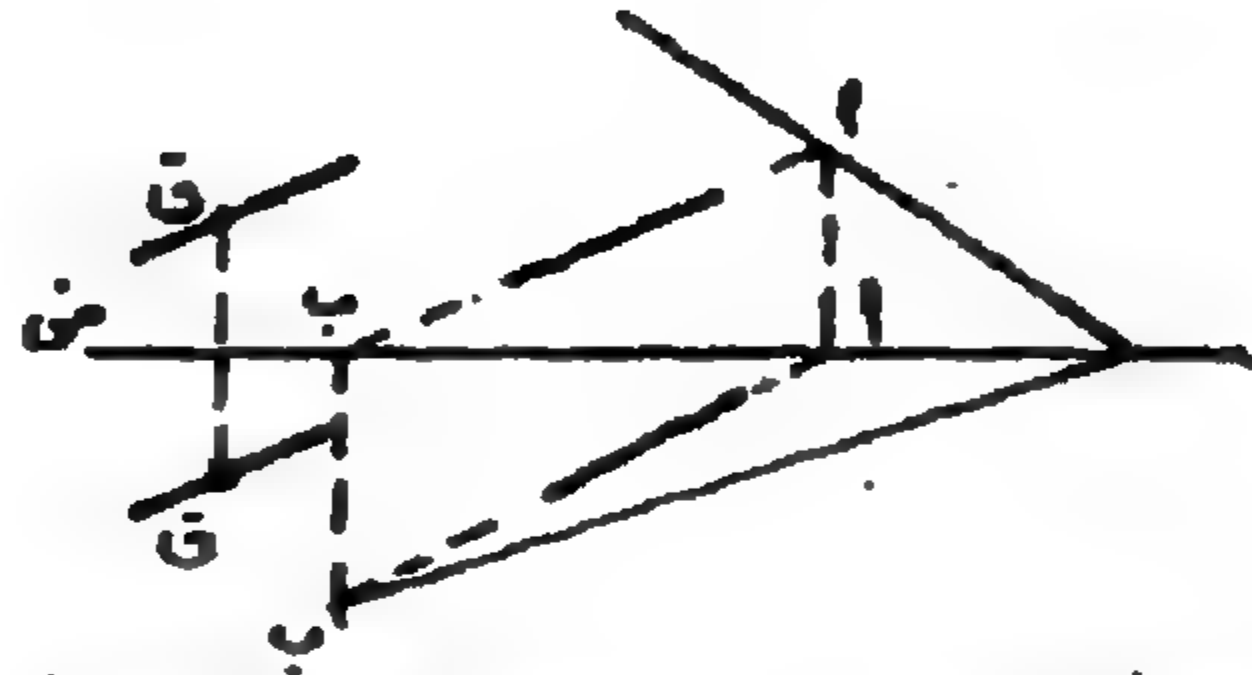
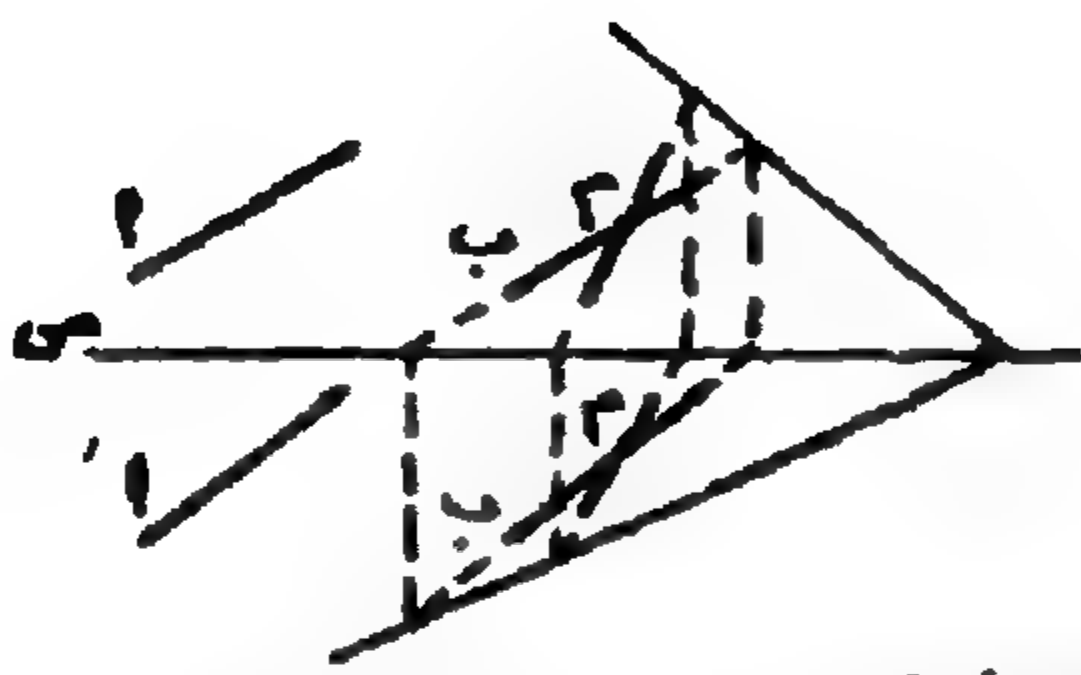
متوازيين فان مستقيم تقاطع المستويين يكون موازيا لهذين المستقيمين .
ولذلك فان مستقيم تقاطع المستويين المعلومين في هذه المسألة يجب ان
يوازي كلا من الاثرين الاقبيين للمستويين ، ويوازي هذا المستقيم ايضا
المستوي الاقبي للاسقاط .

ولذلك نعين مسقط النقطة (أ) الاقبي ، ومنه نرسم مستقيما
موازيا للاثرين الاقبيين حيث يتعين المسقط الاقبي للمستقيم الاقبي الذي
و مستقيم تقاطع المستويين المعلومين (ق) .

(وهو المطلوب)

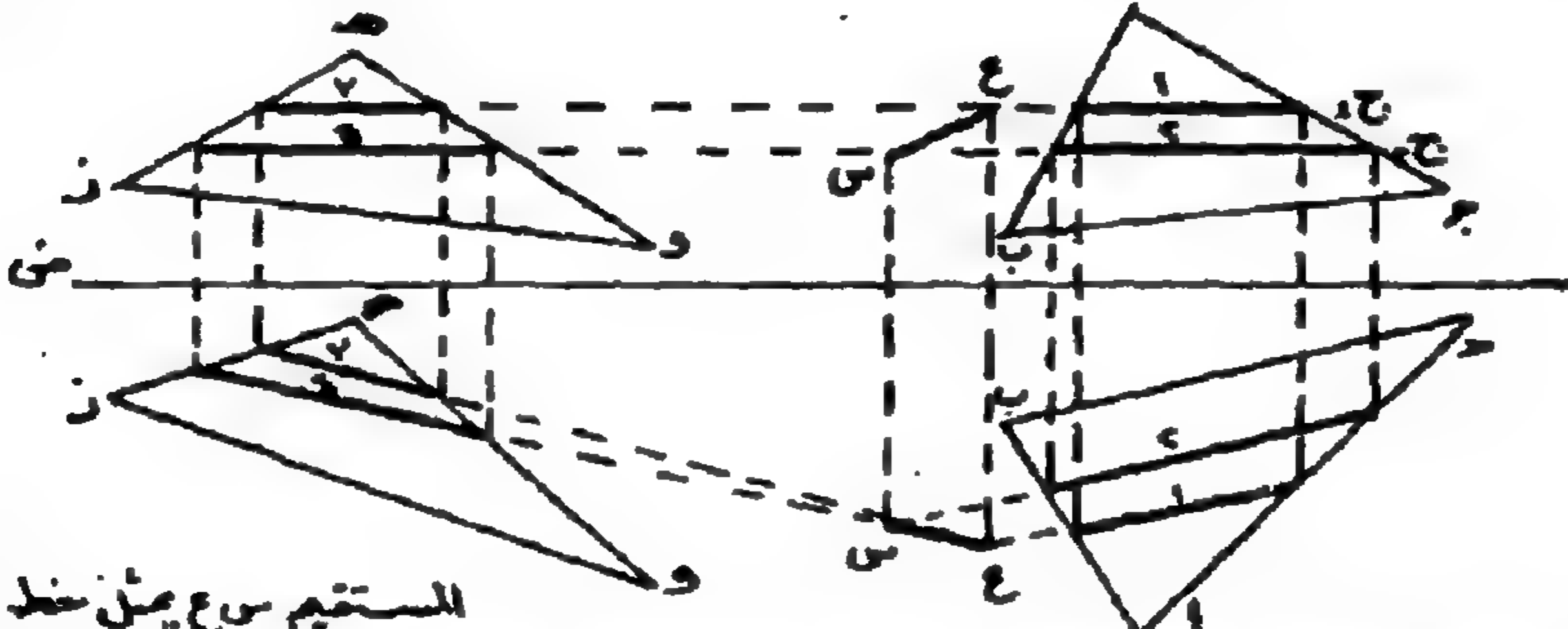


شكل (٢٠) مستقيم تقاطع مستويين معلومين باثريهما

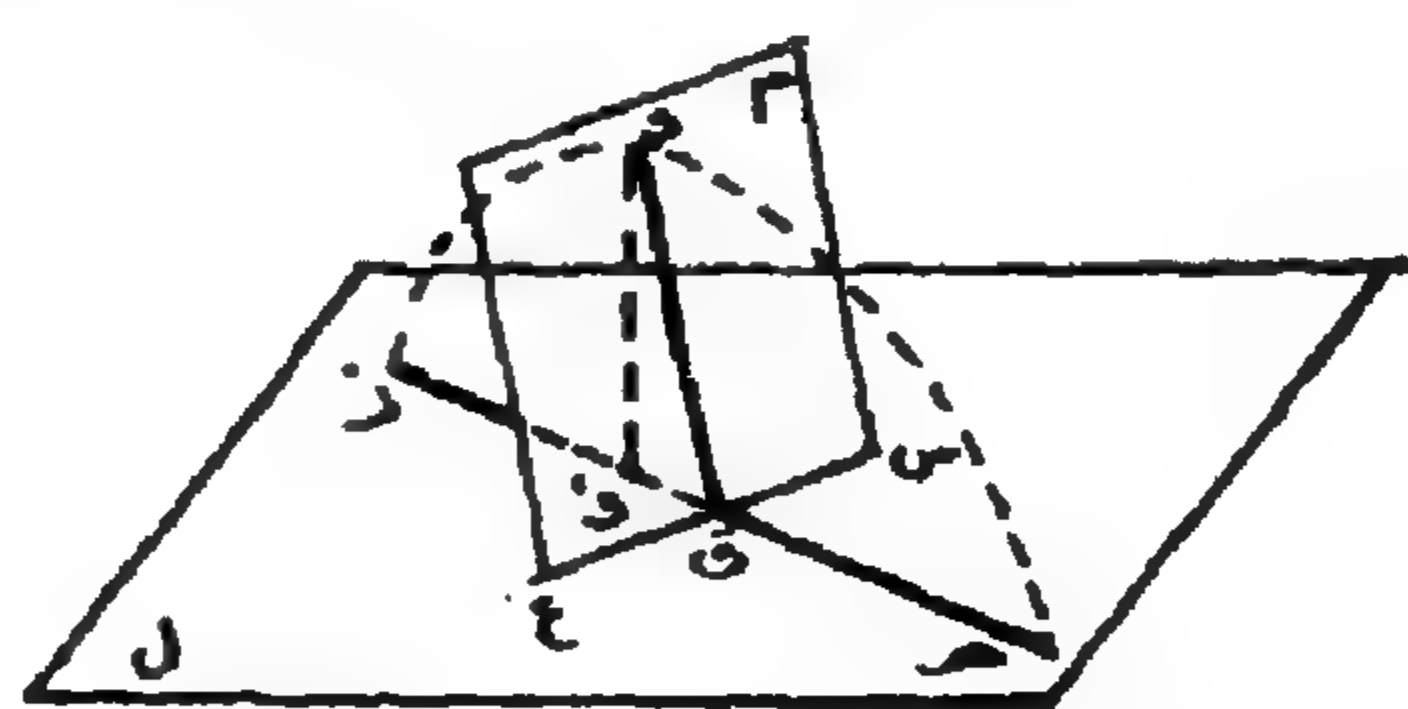
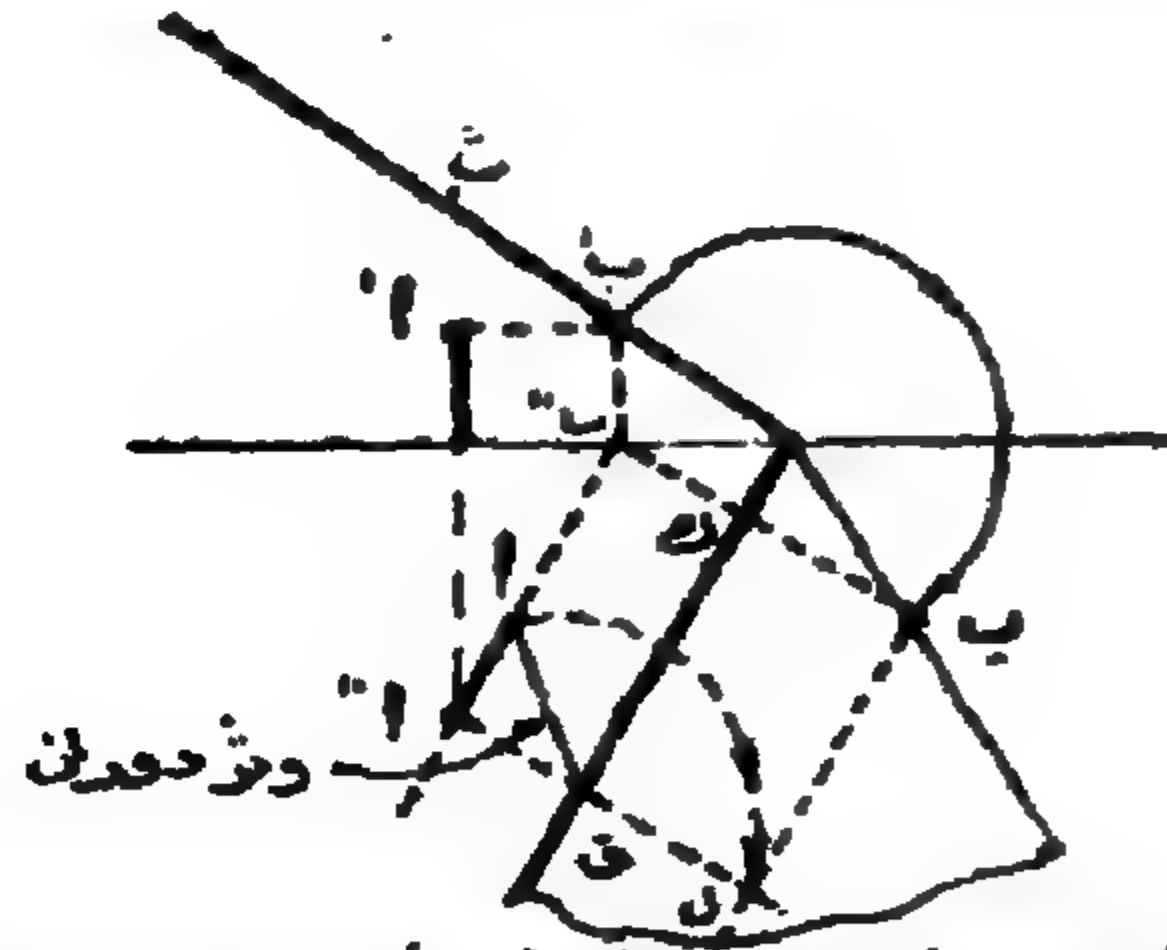


شكل (٢٢) تعيين مستويين معلومين مستقيمين معلوم ومواز مستقيم معلوم

شكل (٢١) اموار مستقيم بنقطة معلومة وپوار مستوي معلوم باثريه



شكل (٢٣) تعيين مستقيم تقاطع مستويين معلومين بمستقيم باجساد مستويات تقاطع المستقيم مع مثل خط التقاطع



شكل (٢٤) دوران مستوي حول اثره

شكل (٢٥) دوران نقطة في مستوي معلوم ودوران المستوي نفسه حول اثره الوجهي

حق ينطبق على مستواين

المستقيـمات والمستويات المتوازية

ان اهم النظريات الخاصة بتوازي المستقيـمات والمستويات هي ما يلي : —

١ — المستقيـمات المتوازية في الفراغ تكون مساقطها على مستو واحد متوازية فينتج من ذلك ان المستقيـمات المتوازية تكون مساقطها الاقمية متوازية وكذلك مساقطها الوجهية والجانبية .

٢ — المستقيم الذي يوازي مستويا ما ، يكون موازيا لاحد المستقيـمات الواقعة في هذا المستوي ، ولا يلتقي هذا المستقيم مع المستقيـمات الواقعة في المستوى حتى اللانهاية .

٣ — اذا قطع مستو مستويين متوازيين ، فان مستقيم تقاطعه معهما متوازيان . وينتج من ذلك ان الاثرين الاقبيين لمستويين متوازيين يكونان متوازيين وكذلك يقال عن الاثرين الوجهيين والجانبين .

مسألة (١) : المعلوم مستو باثريه والنقطة (ن) خارجة عنه، والمطلوب
رسم مستقيم من النقطة بحيث يوازي المستوي المعلوم انظر الشكل
(١٢١) .

الحل : نرسم اي مستقيم في المستوي مثل ا ب . ثم نرسم من
المسقط الاقبي للنقطة المعلومه ، مستقيما موازيا للمسقط الوجهي للمستقيم ا ب ، ومن مسقطها الاقبي نرسم مستقيما يوازي المسقط الاقبي للمستقيم (ا ب) ، ان هذين المسقطين يمثلان مستقيما يوازي المستقيم (ا ب) الواقع في المستوي المعلوم ، اذن سيكون موازيا للمستوي المعلوم ، اي انه هو المستقيم المطلوب .

ومن الملاحظ ان عددا لا ينتهي من المستقيـمات يوازي المستوي المعلوم ويمر بالنقطة المعلومه . ويمكن تحديد المستقيم المطلوب بتعين

تجاهه بحيث يصنع زاوية معينة مع احد مستويات الاسقاط الرئيسية
مثلا او يوازي احدها .

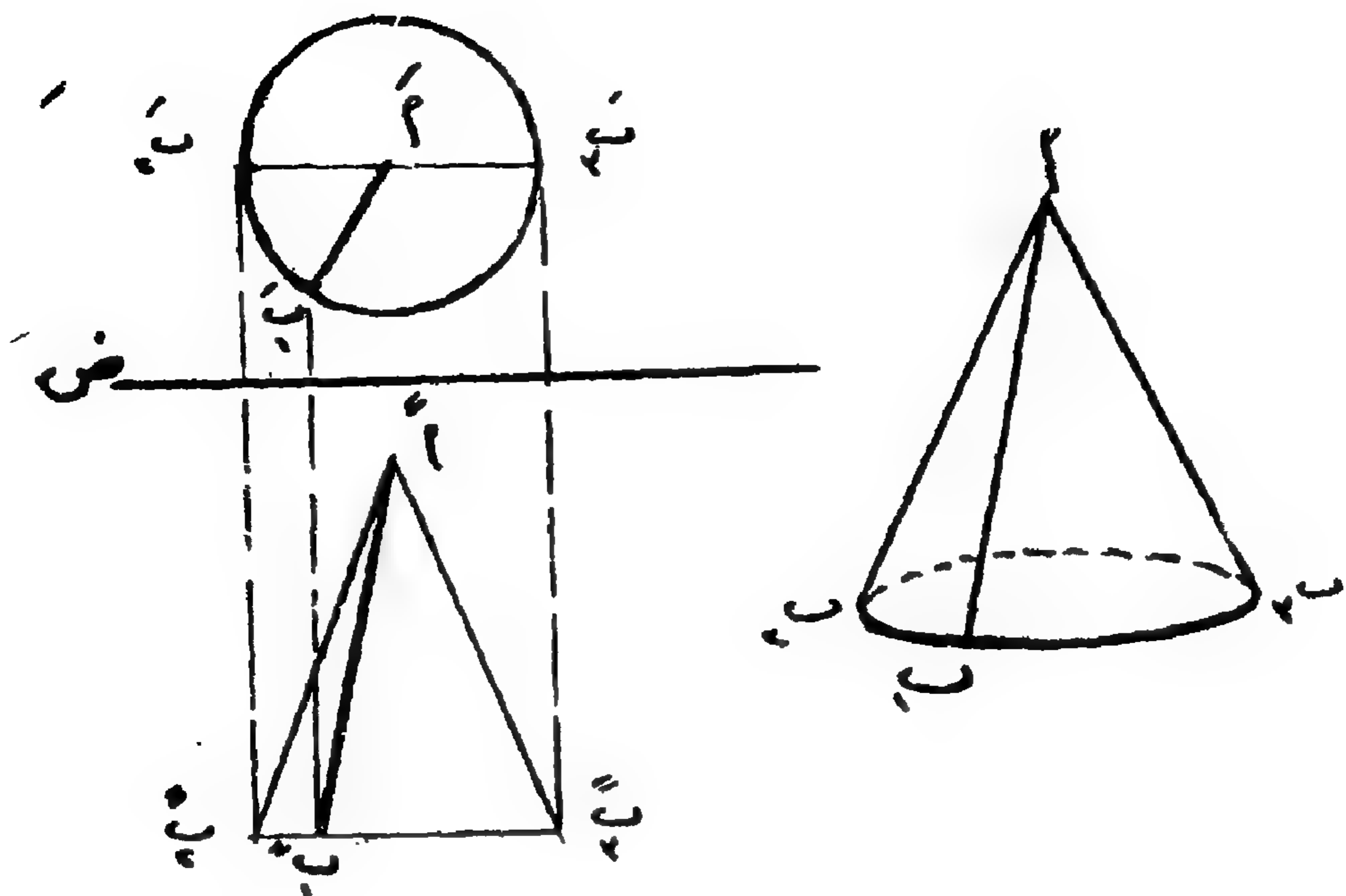
اما طول المستقيم المطلوب فقير محدود ويمكن تحديد نقطة اخرى
عليه بالاضافة للنقطة (ن) ، او يمكن فرض قهطتين عليه بابعاد ما عن
احد مستويات الاسقاط الرئيسية .

مسألة : المعلوم المستقيمان ١ ، ب والمطلوب رسم مستوي يوازي
احدهما وليكن (أ) ويمر بالآخر .

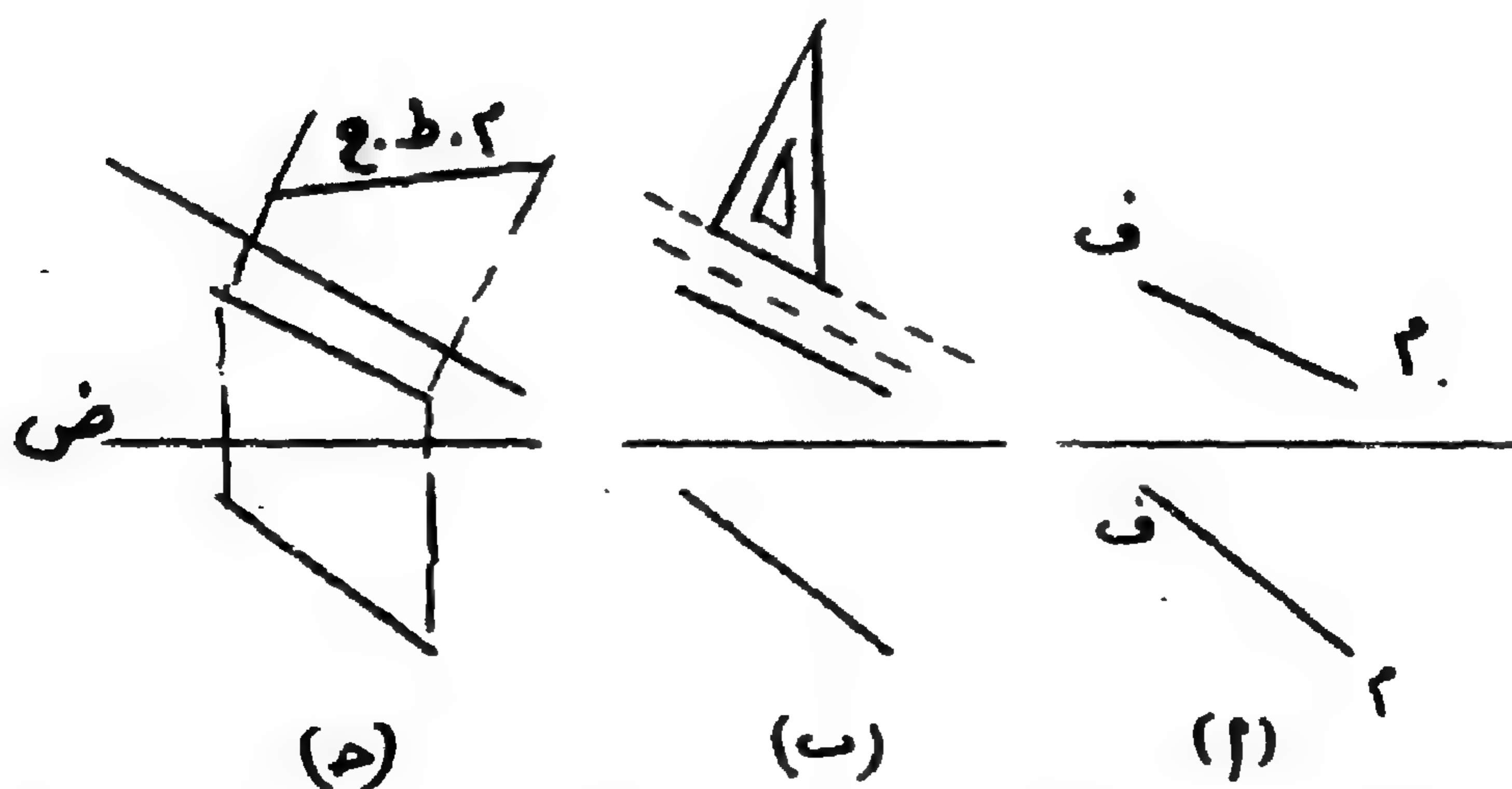
الحل : في الشكل (٢٢) نأخذ أية نقطة عن المستقيم (ب) ونرسم
منها مستقيما يوازي المستقيم المعلوم (أ) ، وليكن هذا المستقيم (م)
ثم نعين آثار المستقيمين (ب ، م) .

الآن يسهل تعيين الاثرين الوجهي والافقي للمستوى المار بهما
ان هذا المستوي سيكون موازيا للمستقيم (أ) ، اذن هو المستوي
المطلوب .

(وهو المطلوب)



شكل (٤٦) وجود الطول الحقيقي لمستقيم بطريقة الدوران



شكل (٤٧) وجود الطول الحقيقي لمستقيم باستقاطه على مستو مائل

استعمال مستو قاطع لتعيين مستقيم التقاطع

في بعض الحالات يتعذر وجود مستقيم التقاطع لمستويين معلومين لا تلتقي آثارهما في مستوي الورقة مثلاً أو كان مستقيم التقاطع (ق) غير محدود الاتجاه أو إذا كان المستويان معلومين بمساقطهما ويصعب أو يطول وجود آثار المستويين ففي هذه الحالات يستعمل مستو قاطع أو مساعد للحصول على مستقيم التقاطع ، ومن السهولة بمكان يفضل استعمال مستو مواز لأحد مستويات الإسقاط الرئيسية أو عمودياً عليها .

والطريقة تنحصر في تعيين مستقيمي تقاطع المستوي المساعد هذا (أو القاطع) مع المستويين المعلومين ، ونقطة تقاطع هذين المستقيمين هي نقطة مشتركة بين المستوي القاطع والمستويين المعلومين ، إذن هي نقطة واقعة على مستقيم تقاطع المستويين المعلومين ، وبتكرار العملية بالاستعانة بمستو قاطع آخر نحصل على نقطة مشتركة أخرى بين المستويين . وبأبصال خط مستقيم بين النقطتين المشتركتين نحصل على مستقيم التقاطع المطلوب . وبهذه الطريقة نتمكن من الحصول على عدد كبير من النقاط المشتركة بين المستويين .

مثال : المعلوم المستويان أ ب ج ، هـ و د بمساقطهما ، والمطلوب

وجود مستقيم تقاطعهما ، انظر الشكل (٢٣) .

الحل :

١ - قطع المستويين بمستو وجهي (ج ١) فيكون مستقيما التقاطع مستقيمين وجهيين وهما رقم (١) ورقم (٣) ، لماذا ؟
٢ - يظهر مسقط هذين المستقيمين بطولهما الحقيقي في المستوي الوجهي للإسقاط .

٣ - نمد هذين المسقطين الى ان يلتقيا في نقطة (ع) المشتركة بين المستقيمين . هل يمكن ان يكون هذان المستقيمان متوازيين ؟ وما معنى ذلك ؟

٤ - نأخذ مستويا وجهيا قاطعا (ج ٢) فيكون مستقيما تقاطعه مع المستويين العلومين مستقيمين وجهيين أيضا وهما رقم (٢) ورقم (٤) •

٥ - ان هذين المستقيمين يظهران بطولهما الحقيقي في المستوي الوجهي للاسقاط •

٦ - نجد نقطة تقاطع المستقيمين (٢) و (٤) ولتكن نقطة (س) •

٧ - ان نقطة (س) بالمثل ستكون مشتركة بين المستويين •

٨ - نعين المسقطين الاقبيين للنقطة (ع و س) •

٩ - نصل بين النقطتين (س ، ع) ، وفي المستويين الرئيسيين للاسقاط ، حيث يتعين مسقط (س ع) الاقبي ومسقطه الوجهي فيكون (س ع) هو المستقيم المطلوب •

تمارين على مسائل الوضع

١ - المعلوم المستوي (أ ب ح) بمساقطه ، وان أحد مستقيماته الثلاثة مستقيم جانبي ، والمعلوم أيضا المسقط الافقي للمستقيم (س ن ع) الواقع في هذا المستوي ، والمطلوب تعيين المسقط الوجهي لهذا المستقيم .

٢ - المعلوم مستو بأثريه . والمطلوب تمثيل مستقيم افقي فيه على ان يبعد (ل) سم عن المستوي الافقي للأسقاط .

٣ - المعلوم مستو مستقيمين متوازيين . والمطلوب تمثيل مستقيم جانبي فيه على أن يبعد ٣ سم عن المستوي الجانبي .

٤ - المطلوب تعيين مستو يمر بنقطة معلومة بمسقطيها ويوازي مستوا معلوما (اولا) بأثريه (ثانيا) بمستقيمين متوازيين .

٥ - من نقطة معلومة عن مستوا يوازي مستقيما معلوما .

٦ - ارسم مستقيما يمر بنقطة معلومة ويوازي أي مستقيمين معلومين .

٧ - المطلوب تمثيل مستو يمر بنقطة معلومة ويوازي أي مستقيمين معلومين .

٨ - المطلوب تمثيل مستو يوازي مستويا معلوما ويمر بنقطة معلومة .

٩ - المطلوب تعيين مستقيم تقاطع مستويين معلومين بأثريهما في كل من الحالات الآتية : -

(١) الاثران الاقبيان يصنعان زاوية حادة مع خط الارض ، علما بأن أحد الاثرين الوجهين يصنع زاوية منفرجة مع خط الارض .

(٢) أحد المستويين في وضع عام والثاني مستو شاقولي .

(٣) أحد المستويين شاقولي والآخر عمودي على المستوي الجانبي .

١٠ - المطلوب وجود نقطة تقاطع مستقيم معلوم ومستو معلوم (١) بأثريه (٢) بمسقطيه .

١١ - المطلوب وجود النقطة المشتركة بين ثلاثة مستويات معلومة غير متوازية .

(وللحصول على هذه النقطة ، عين اولا مستقيم تقاطع مستويين من الثلاثة ، ثم جد نقطة تقاطع هذا المستقيم مع المستوي الثالث ، فتكون هذه النقطة مشتركة بين المستويات الثلاثة) .

١٢ - المطلوب تمثيل مستقيم يقطع المستوي الوجهي في نقطة معلومة ، ويصنع مسقطه الجانبي 30° مع مستقيم تقاطع المستويين الجانبي والوجهي ، ومعلوم أيضا بعد أثر المستقيم الافقي عن خط الارض .

١٣ - المطلوب تمثيل مستقيم اذا علم انه يمر بنقطة تبعد ٢ سم عن المستوي الوجهي ، ٣ سم عن المستوي الافقي في كل من الحالات التالية :

(١) بعدا أثره عن خط الارض متساويان .
(٢) بعد أثره الوجهي يساوي نصف بعد أثره الافقي عن خط الارض .

(٣) في حالة ظهور الاثرين كأنهما منطبقان وفي المستوي الوجهي .
١٤ - المطلوب تمثيل مستقيم بمسقطيه ، اذا كان أثره الوجهي فوق خط الارض وأثره الجانبي فوق خط الارض كذلك .

١٥ - المطلوب تمثيل مستو بحيث يمر
(١) بمستقيم وجهي ونقطة معلومة .
(٢) بمستقيم يوازي خط الارض ونقطة في المستوي الوجهي .
(٣) بمستقيمين متقاطعين في نقطة واقعة فوق المستوي الافقي .

١٦ - المطلوب تمثيل المستوي المار بمستقيمين متقاطعين ، أولهما وجهي والثاني شاقولي .

١٧ - المعلوم مستو ونقطة خارجة عنه ، المطلوب تمثيل مستقيم يمر بهذه النقطة ويوازي المستوي المعلوم مع العلم ان المسقط الوجهي للمستقيم يصنع 30° مع خط الارض ، والمستوي المعلوم

١ - شاقولي ٢ - وجهي ٣ - يوازي خط الارض ويصنع ٧٥
مع الافق .

١٨ - المعلوم مستو بأثره وهما على استقامة واحدة تصنع ٦٠ مع
خط الارض ، ومعلوم نقطة بمسقطها . والمطلوب تمثيل مستقيم
يمر بالنقطة ويوازي المستوي المعلوم على ان يكون ذلك
المستقيم (اولا) افقيا (ثانيا) وجهيا .

١٩ - المطلوب تعيين آثار مستو يمر بنقطة معلومة ويوازي مستويا
معلوما بمستقيمين احدهما وجهي .

٢٠ - المطلوب تعيين خط تقاطع مستويين ، احدهما معلوم بمستقيمين
متقاطعين والآخر معلوم بمستقيمين متوازيين .

٢١ - المطلوب تعيين نقطة مشتركة بين مستويين متقاطعين والمستوي
الوجهي للاسقاط ، (يعين الاستاذ حالة أو أكثر) .

٢٢ - المطلوب وجود نقطة تقاطع مستقيم معلوم ومستو معلوم في كل
من هذه الحالات :

(١) مستقيم شاقولي ومستو يوازي خط الارض .

(٢) مستقيم جانبي ومستو عمودي على المستوي الوجهي .

(٣) مستقيم مائل مع مستو في وضع عام .

٢٣ - المعلوم مستقيم ومستو بأثره بحيث ان المسقط الافقي للمستقيم
ينطبق على الاثر الافقي للمستوي والمسقط الوجهي للمستقيم

ينطبق على الاثر الوجهي للمستوي . هل يقع هذا المستقيم في
المستوي المعلوم ؟ واذا لم يكن واقعا فيه فأين هي نقطة تقاطعهما ؟

٢٤ - المطلوب رسم مستو يوازي مستقيما موازيا لخط الارض
ويحتوي على مستقيم آخر عمودي عليه .

٢٥ - المعلوم مستو بأثره ، والاثر الافقي لمستو يوازيه . عين الاثر
الوجهي لهذا المستوي .

٢٦ - المعلوم مستقيمان متقاطعان ومستو شاقولي بأثره . جد مستقيم
تقاطعهما بدون استعمال الآثار .

٢٧ - المعلوم ثلاث نقاط . والمطلوب تمثيل مستو يمر بأحدى هذه

النقاط ويكون متساوي البعد عن النقطتين الآخرين ويصنع أثره
الوجهي ٦٠° مع خط الأرض •

٢٩ - المطلوب تمثيل مستوي يمر بمستقيم معلوم ويبعد نفس البعد عن
نقطتين معلومتين • أذكر خطوات العمل •

٣٠ - المطلوب رسم مستقيم يمر بنقطة معلومة ويقطع مستقيمين
أحدهما وجهي والثاني أفقي •

٣١ - المعلوم المثلثان هـ و ز ، ح ط ي بمساقطهما • والمطلوب وجود
مستقيم تقاطعهما بالاستعانة بمستويين قاطعين ، أحدهما جانبي
والآخر أفقي • اشرح خطوات العمل بالتسلسل •

٣٢ - حل المسألة السابقة بالاستعانة بمستويين قاطعين شاقولين •
وما هي استنتاجاتك ؟

٣٣ - جد آثار مستقيم تقاطع المستويين أ ل م ، ف ط ق بالاستعانة
بمستويات قاطعة ، اذا كانت : -

أ (١ ، ١ ، ١) ل (١ ، ٣ ، ٣) م (٢ ، ٢ ، ٤) •

ف (١ ، ٤ ، ٣) ط (٥ ، ١ ، ٥) ق (صفر ، ٤ ، ٨) •

٣٤ - المعلوم المستويان أ د ر ، م ح ت بأحداثيات تقاطعهما كمافي
أدناه ، والمطلوب ١ - وجود مستقيم تقاطعهما • ٢ - كتابة
خطوات العمل باختصار •

أ (صفر ، ٣ ، ٢) د (٤ ، صفر ، ٣) ر (١ ، ١ ، ١)

م (٣ - ، ٢ - ، ٤) (٣ - ، ٢ - ، ٦) ت (١ - ، ١ - ، ٥) •

٣٥ - المعلوم مستوي بأثريه الاقضي والوجهي والذين يلتقيان بالنقطة
و (صفر ، صفر ، ٢ -) ، ويمر الاثر الاقضي بالنقطة

ل (صفر ، ٣ ، ٥ -) ويمر الاثر الوجهي بالنقطة م (٣ ، صفر ، ٥ -) •

والمطلوب ١ - تعيين مساقط المستقيم ح ط الواقع فيه اذا كانت
النقطة (ح) تبعد عن كل من المستويين الوجهي والجانبي ثلاثة
سنتمترات ، وتبعد النقطة (ط) عن كل من المستويين الاقضي
والجانبي بمقدار (٢ -) سم • ٢ - وجود بعد النقطة ط عن

المستوى الوجهي •

ثانياً - مسائل القياس

دوران المستويات والمستقيمات

إذا وقع أي شكل أو مستقيم في مستو رئيسي أو في مستو يوازي أحد مستويات الاسقاط الرئيسية فإنه يظهر بشكله الحقيقي ، أي أن مسقطه على ذلك المستوي للاسقاط يكون منطبقاً على شكله الحقيقي . فإذا وقع شكل ما في المستوي الوجهي أو في مستو وجهي يوازيه ، فإن شكله الحقيقي يكون مطابقاً لمسقطه الوجهي . ولكن إذا كان الشكل واقعاً في مستو مائل (أو في مستو في وضع عام) ، فلأجل تعيين شكله الحقيقي يجب معرفة المستوي الذي يحتوي عليه بأن ندوره حتى يصبح موازياً ومنطبقاً على أحد مستويات الاسقاط حيث يظهر بأبعاده وبزواياه الحقيقية .

ويجب أن نتذكر أن في دوران أي مستو أو مستقيم يقتضي ملاحظة ما يلي : -

- ١ - تحديد المستوي المطلوب دورانه (م) أو المستقيم المطلوب دورانه .
- ٢ - تحديد المستوي المراد تطبيق المستوي (م) عليه ، ويكون عادة أحد مستويات الاسقاط أو مستوياً يوازي أحدها لسهولة العمل .
- ٣ - يجب تعيين محور الدوران الذي هو عبارة عن مستقيم تقاطع المستوي (م) مع المستوي المراد تطبيقه عليه ، ويكون عادة أحد آثار المستوي ، أو أحد المستقيمات (الخاصة) في ذلك المستوي .
- ٤ - يمكن دوران نقطة واحدة فقط من مستوي الشكل حول محور الدوران ، وتعيين وضع تلك النقطة بعد دورانها ، لأنه يمكن دوران النقط بنفس الطريقة الأخرى للشكل ، ولو وصلنا بينها لنتج الشكل الحقيقي .

مسألة : المستقيم الواصل بين المسقط العمودي لأي نقطة على المستوي المراد تطبيقها عليه ، وبين وضعها في ذلك المستوي بعد

دورانها ، يكون عموديا على محور الدوران •
الحل : في الشكل (٢٤) ان مستوي نصف الدائرة (ه و ز)
عمودي على المحور س ع ، اذن يكون س ع عموديا على كل من
و ق ، ه ق •

ويكون مستقيم الاسقاط و ق عموديا على المستوي ل ، فهو
اذن عمودي على المحور س ع ، أي ان المحور س ع عمودي على
المستوي (و ق و) وعلى كل مستقيم فيه •
اذن س ص عمودي على ق و • وبما انه عمودي على ه ق ايضا،
اذن يكون و ق ه على خط مستقيم واحد عمودي على المحور ،
وكذلك يقال عن ز و ق •

مسألة : دوران مستو معلوم بآثاره حتى ينطبق على احد مستويات
الاسقاط ، ففي الشكل (٢٥) مستو في وضع عام معلوم بآثاره الأفقي
والوجهي والمطلوب دورانه حول أثره الوجهي حتى ينطبق على المستوي
الوجهي للاسقاط •

سنعتبر الاثر الوجهي للمستوي محور الدوران، فهو اذن مستقيم
ثابت لن يغير موقعه من المستوي الوجهي • ولدوران الاثر الأفقي
للمستوي نأخذ أية نقطتين عليه ولتكن احدهما النقطة (و) وهذه
أيضا ثابتة لا يتغير موقعها ولتكن النقطة الثانية (ب) حيث يكون
مسطحا الوجهي منطبقا على خط الارض • نرسم من ب شعاعا عموديا
على الاثر الوجهي •

والآن نركز الفرجال في نقطة ، وبفتحة تساوي و ب نرسم قوس
دائرة ، حتى يقطع هذا القوس ب ك في النقطة المطلوبة (ب) ثم نصل
و ب فنحصل على الوضع الجديد للأثر الأفقي للمستوي بعد انطباقه
على المستوي الوجهي •

ملاحظة : في الشكل (٢٥) ان الزاوية المحصورة بين الاثر الوجهي،
والأثر الأفقي بعد دورانه هي الزاوية الحقيقية المحصورة بين اثري

المستوي ، وهذه الزاوية تحدد المستوي الفراغي ، وكل شكل يرسم في هذه الزاوية يظهر على حقيقته .

مسألة : دوران نقطة في مستو معلوم وغير واقعة على احد اثريه .
إذا وقعت النقطة في المستوي وكانت بعيدة عن أثريه فللحصول على وضعها بعد تطبيق المستوي على أحد مستويات الاسقاط الرئيسية، نفرض ان النقطة هي (أ) الواقعة في هذا المستوي ، والمطلوب دوران هذه النقطة حتى تنطبق على المستوي الوجهي .

ففي الشكل (٢٥) يكون محور الدوران في هذه الحالة هو الاثر الوجهي للمستوي ، وللحصول على وتر الدوران نرسم من المسقط α' العمود $\alpha'q$ على المحور المذكور ومن نفس المسقط نرسم موازيا لذلك المحور ونقيس عليه بعد النقطة عن المستوي الوجهي . وليكن α'' .
نصل $\alpha'q$ ، فيكون هو وتر الدوران المطلوب ، وبعد ذلك نركز في نقطة q ونرسم قوس دائرة بنصف قطر $\alpha'q$ حتى يقطع هذا القوس امتداد $\alpha'q$ في نقطة l ، وهذا هو الوضع المطلوب للنقطة α بعد دورانها على المستوي الوجهي .

ويمكننا حل هذه المسألة برسم المستقيم $\alpha\beta$ الوجهي من النقطة المعلومة بحيث يظل هذا المستقيم المختار بعد دورانه موازيا للأثر الوجهي (محور الدوران في هذه الحالة) وهو المستقيم βl المرسوم من نقطة β ، بحيث يوازي محور الدوران . ان هذا المستقيم الموازي للمحور ، يلتقي مع $\alpha'q$ في نقطة l وهو الوضع المطلوب للنقطة α بعد دورانها حول الاثر الوجهي للمستوي المعلوم .

تعيين الطول الحقيقي لمستقيم

هنالك طريقتان لوجود الطول الحقيقي لمستقيم معلوم في وضع عام وهما طريقة الدوران ، وطريقة الاسقاط على مستو مائل يوازي المستقيم .

١ - الطول الحقيقي لمستقيم بواسطة طريقة الدوران : - المعلوم المستقيم

أ ب بمسقطيه الافقي والوجهي والمطلوب وجود طوله الحقيقي بطريقة الدوران ، انظر الشكل (٢٦) .

الحل :

١ - اعتبر المستقيم أ ب مولدا لمخروط ، وهذا المولد في هذه الوضعية مائل بالنسبة لمستويات الاسقاط الاصلية .

٢ - اعتبر النقطة أ هي رأس المخروط .

٣ - عندما يدور المستقيم أ ب وتكون النقطة أ ثابتة والنقطة ب تتحرك في مستو افقي ، سيكون موقع النقطة ب في الموقع الجديد المبين في المسقط (ب) الوجهي وفي الشكل المجسم ، فانه سيكون في هذه الوضعية موازيا للمستوي الوجهي .

٤ - لاحظ في هذه الوضعية ، وهي واحدة من اثنتين ، يكون المسقط الوجهي للمستقيم أ ب مساويا لطوله الحقيقي .

٢ - الطول الحقيقي لمستقيم باسقاطه على مستو قاطع مواز له ويكون

عموديا على احد مستويات الاسقاط : -

من المعلوم ان مسقط المستقيم بطوله الحقيقي لا يظهر الا اذا اسقط المستقيم على مستوي اسقاط يوازيه ، فالمستقيم م ف الذي هو في وضع عام كما هو في الشكل (٢٧) لا يظهر على أي من مستويات الاسقاط الرئيسة بطوله الحقيقي ، لذلك فاثنا نستعين بأحد المستويات التي توازيه وتكون عمودية بنفس الوقت على أحد مستويات الاسقاط

الرئيسة كما في الشكل (٢٧ ب) •

وفي هذه الحالة يكون أثر المستوي القاطع هذا ومسقط المستقيم
المعلوم على أحد مستويات الاسقاط التي تتعامد مع المستوي القاطع
متوازيين • الآن نسقط المستقيم على هذا المستوي الذي قلنا انه يوازيه
فيظهر مسقطه بطوله الحقيقي • وطريقة الاسقاط هي ان نسقط نقطة
فقط على هذا المستوي ثم نصل بينهما فنحصل على مسقط مستقيم
على مستوي يوازيه ، انظر الشكل (٢٧ ج) ، كما لو حصلنا على مسقط
مستقيم افقي في المستوي الافقي للاسقاط ، راجع الشكل (٢٦ ، د ، هـ)
في الصفحة (٢٧) من الفصل الثالث (تمثيل المستقيم) •

يلاحظ مما سبق ان الطريقتين المستعملتين لوجود الطول الحقيقي
لمستقيم لا تختلفان من حيث الجوهر ، اذ انه في الطريقة الاولى نجعل
المستقيم المعلوم ، وبعد دورانه ، موازيا لاحد مستويات الاسقاط
الرئيسة ، أما في الطريقة الثانية فنستعين بمستوى قاطع مواز للمستقيم
المعلوم ، ومن ثم نسقط المستقيم عليه •

تمارين على مسائل القياس

١ - أوجد الزاوية بين اثري مستو معلوم في كل من الحالات التالية :-

أ - ميل الاثر الاقضي على خط الارض 45° والاثر الوجهي على خط الارض 45° أيضا .

ب - ميل الاثر الاقضي على خط الارض 45° والاثر الوجهي على خط الارض 60° .

ج - ميل الاثر الاقضي على خط الارض 60° والاثر الوجهي على خط الارض 60° .

د - ميل الاثر الاقضي على خط الارض 30° والاثر الوجهي على خط الارض 60° .

هـ - ميل الاثر الاقضي على خط الارض 30° والاثر الوجهي على خط الارض 75° .

٢ - المعلوم النقطة (أ) التي تبعد ٦ سم عن كل من المستويات الثلاثة للأسقاط وتقع في مستو يكون أثره الوجهي 30° مع خط الارض . والمطلوب دورانها حول الاثر الاقضي للمستوي اولا والاثر الوجهي للمستوي ثانيا .

٣ - جد طول المستقيم أ ب بواسطة مستو قاطع شاقولي اولا ثم بصتو قاطع عمودي على المستوي الوجهي ثانيا اذا علمت ان احداثيات النقطتين هي أ (٥ ، ٢ ، ٧) ب (٣ ، صفر ، ١) .

٤ - جد الطول الحقيقي للمستقيم ج د اذا كانت ح (٧ ، صفر ، ٩) وكانت د (٣ ، ١ ، ٢) وذلك بطريقة الدوران مع ملاحظة ما يأتي :-

- ١ - اعتبر النقطة ح ثابتة وحرك النقطة د في مستو اقضي .
- ٢ - اعتبر النقطة ح ثابتة وحرك النقطة د في مستو جانبي .
- ٣ - اعتبر النقطة د ثابتة وحرك النقطة ح في مستو وجهي .
- ٤ - اعتبر النقطة د ثابتة وحرك النقطة ح في مستو اقضي .

٥ - المطلوب تمثيل الكرة التي نصف قطرها س ع ، وما هو حجمها ؟
س (٣ ، ٧ ، ٢) ع (٧ ، ٨ ، ٦)

٦ - المطلوب تمثيل كرة طول قطرها = ٦ سم ، ويقع هذا القطر في
مستو شاقولي يشكل ٦٠° مع المستوي الجانبي ، اما ميل هذا
القطر على الافق فهو ٣٠° مع العلم ان بعد مركز الكرة عن المستوي
الوجهي = ٤ سم . ما هي الزوايا التي يصنعها قطر الكرة هذا مع
مستويات الاسقاط الاخرى ؟

٧ - مثل المثلث أ ب ح المتساوي الاضلاع وطول ضلعه ٣ سم ، اذا
علمت انه يقع في مستو شاقولي ويصنع ٤٥° مع المستوي الوجهي .
وتبعد نقطة (أ) عن المستوي الوجهي والافقي ٥ سم ، ٢ سم على
التناظر ويميل المستقيم ب بمقدار ٣٠° عن الافق . ما مساحة هذا
المثلث ؟

٨ - المطلوب تمثيل دائرة طول قطرها = ٥ سم وتقع في مستو مائل أثره
الوجهي يصنع ٣٠° مع خط الارض ، اذا علمت ان مركزها يبعد
٥ سم عن كل من مستويات الاسقاط .

٩ - المطلوب تمثيل دائرة تمر بثلاث نقاط معلومة واقعة في مستو يوازي
خط الارض .

١٠ - اوجد حجم المخروط الناقص المار بالمستقيم أ ب اذا كانت احداثيات
هذه النقاط : أ (٩ ، ٢ ، ٣) ب (٦ ، ٥ ، ٧) علما بأن قاعدتيه
افقيتان وارتفاعه = ٤ سم .

الفصل السادس

التعامد

هنالك نظرية في الهندسة المجسمة تنص على ان المستقيم العمودي على مستو يكون عموديا على جميع المستقيمات المرسومة في المستوي ومن نقطة تقاطعه مع المستوي ، والان نريد توسيع نطاق هذه النظرية فنقول ان كل مستقيم واقع في هذا المستوي يكون عموديا على المستقيم المذكور . لذلك يستتج ان المستقيمات المتعامدة ليس من الضروري ان تكون متقاطعة ، انظر الشكل (٢٨) .

قبل ان نحل بعض مسائل التعامد علينا ان نعود الى بعض النظريات الموجودة في الهندسة المجسمة لاهمية علاقتها مع الموضوع ، فهي تساعدنا على معرفة النتيجة واستنتاج الحل بصورة سهلة .

١ - المستقيم العمودي على مستو يكون عموديا على جميع المستقيمات الموجودة في سطح ذلك المستوي والمرسومة من أثر المستقيم على المستوي .

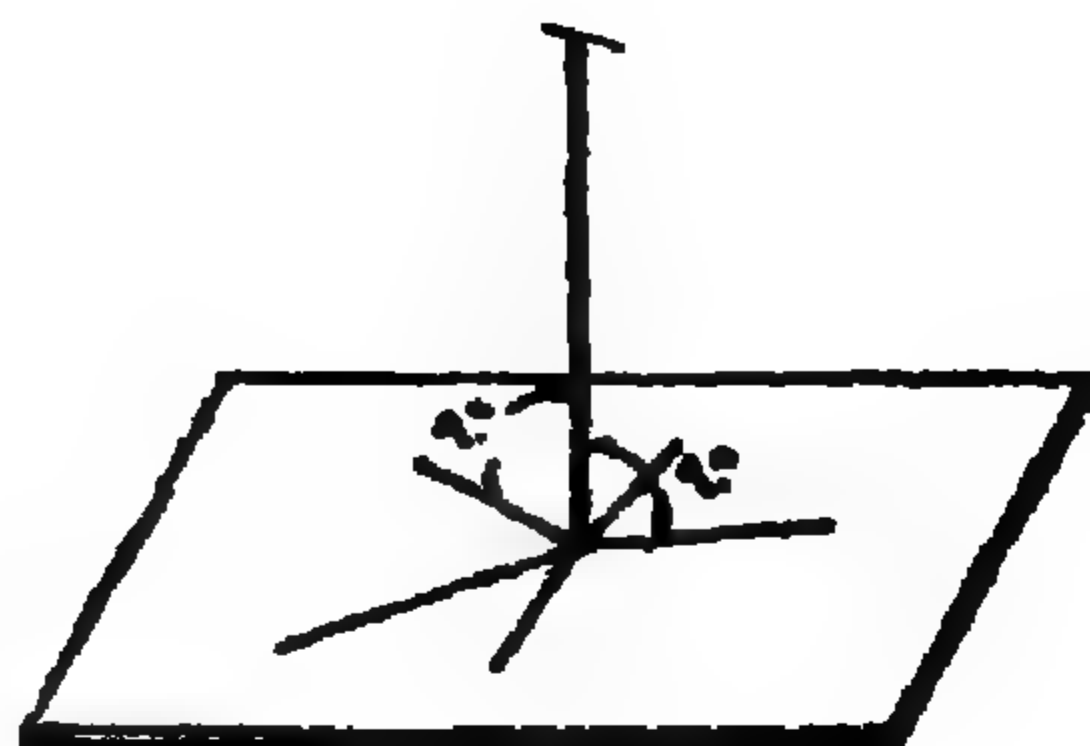
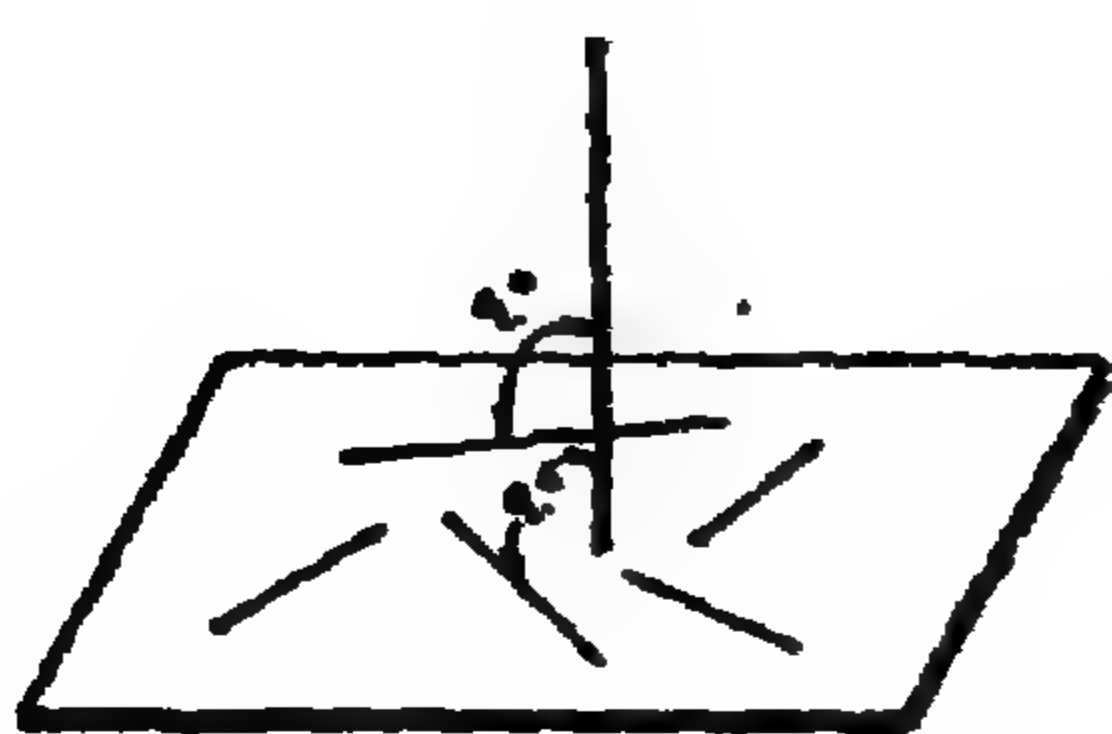
٢ - يكون المستوي عموديا على مستو آخر اذا كان كل مستقيم فيه عموديا على مستقيم تقاطعهما .

٣ - اذا تعامد مستقيم على مستقيمين متقاطعين او مستقيمين متوازيين كان ذلك المستقيم عموديا على مستوي المستقيمين .

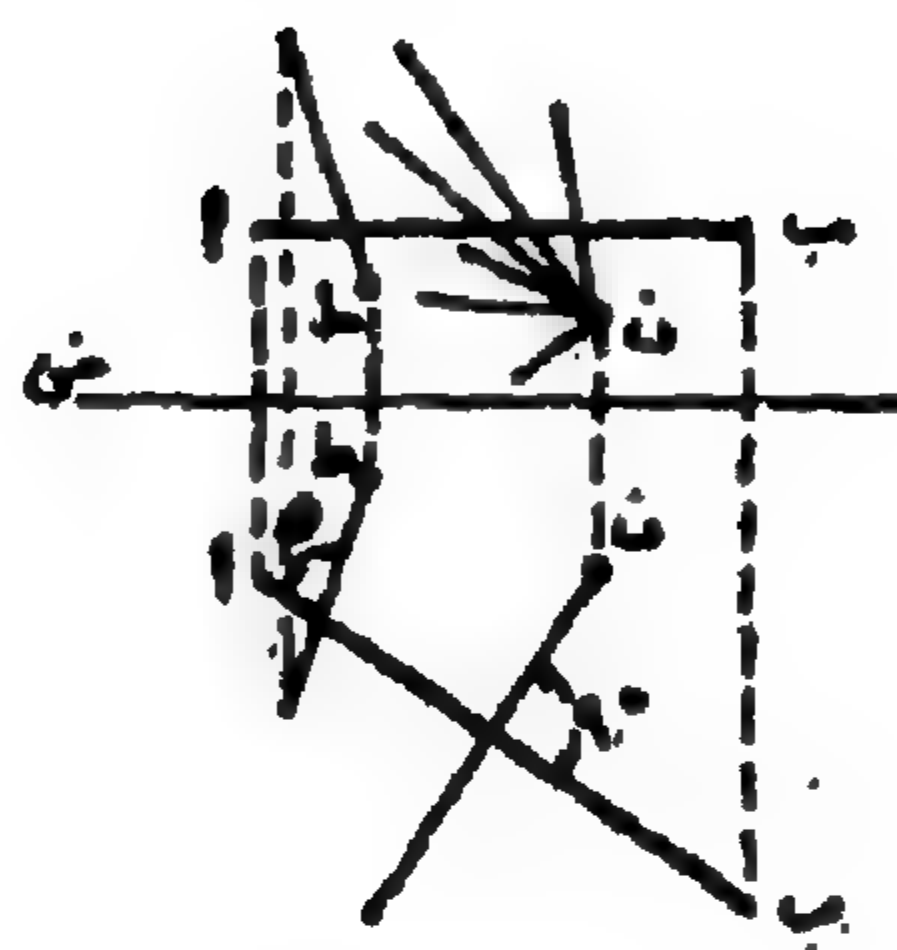
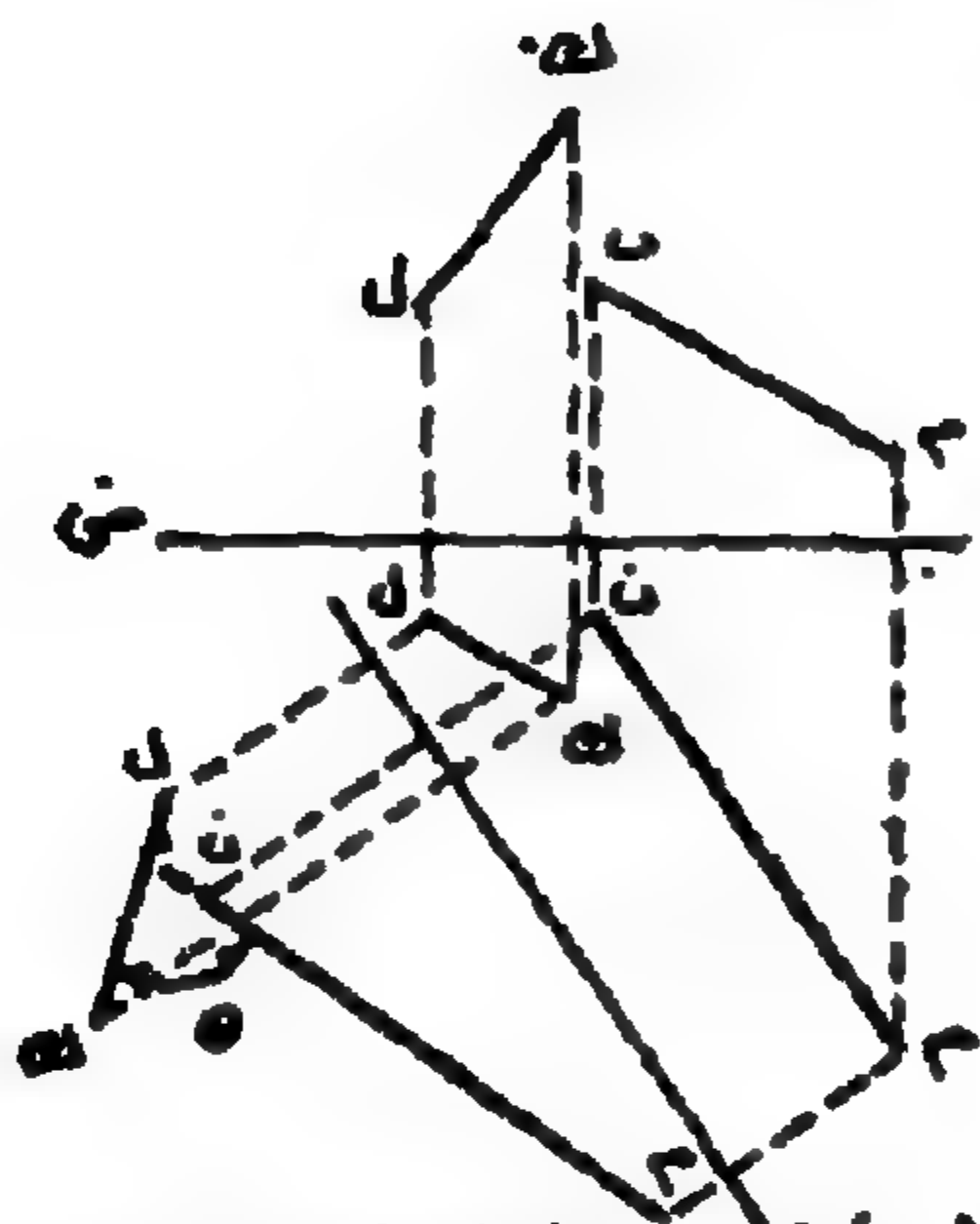
٤ - اذا تعامد مستقيم على ثلاثة مستقيمات ملتقية في نقطة واحدة كانت هذه المستقيمات الثلاثة في مستو واحد .

٥ - اذا تعامد مستقيمان على مستو واحد كان هذان المستقيمان متوازيين .

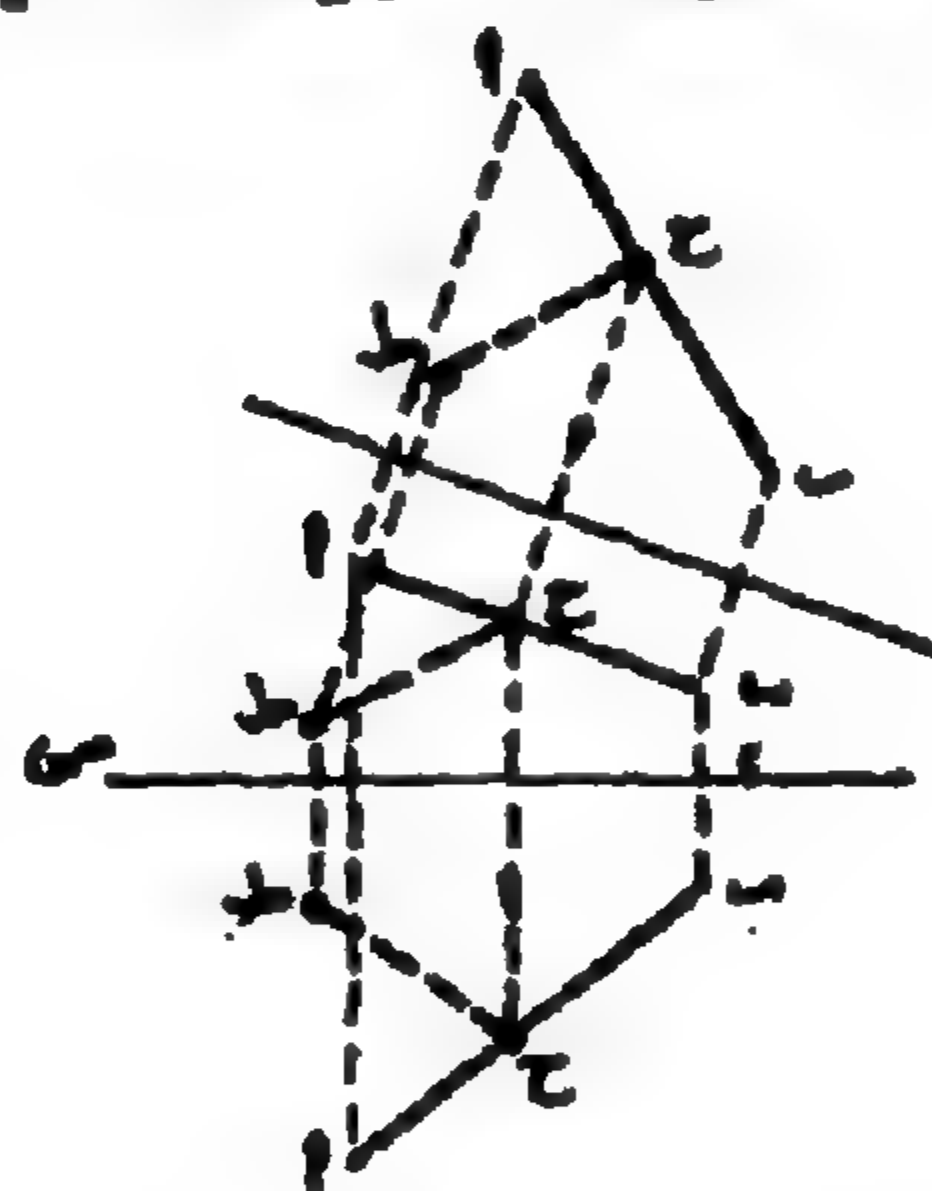
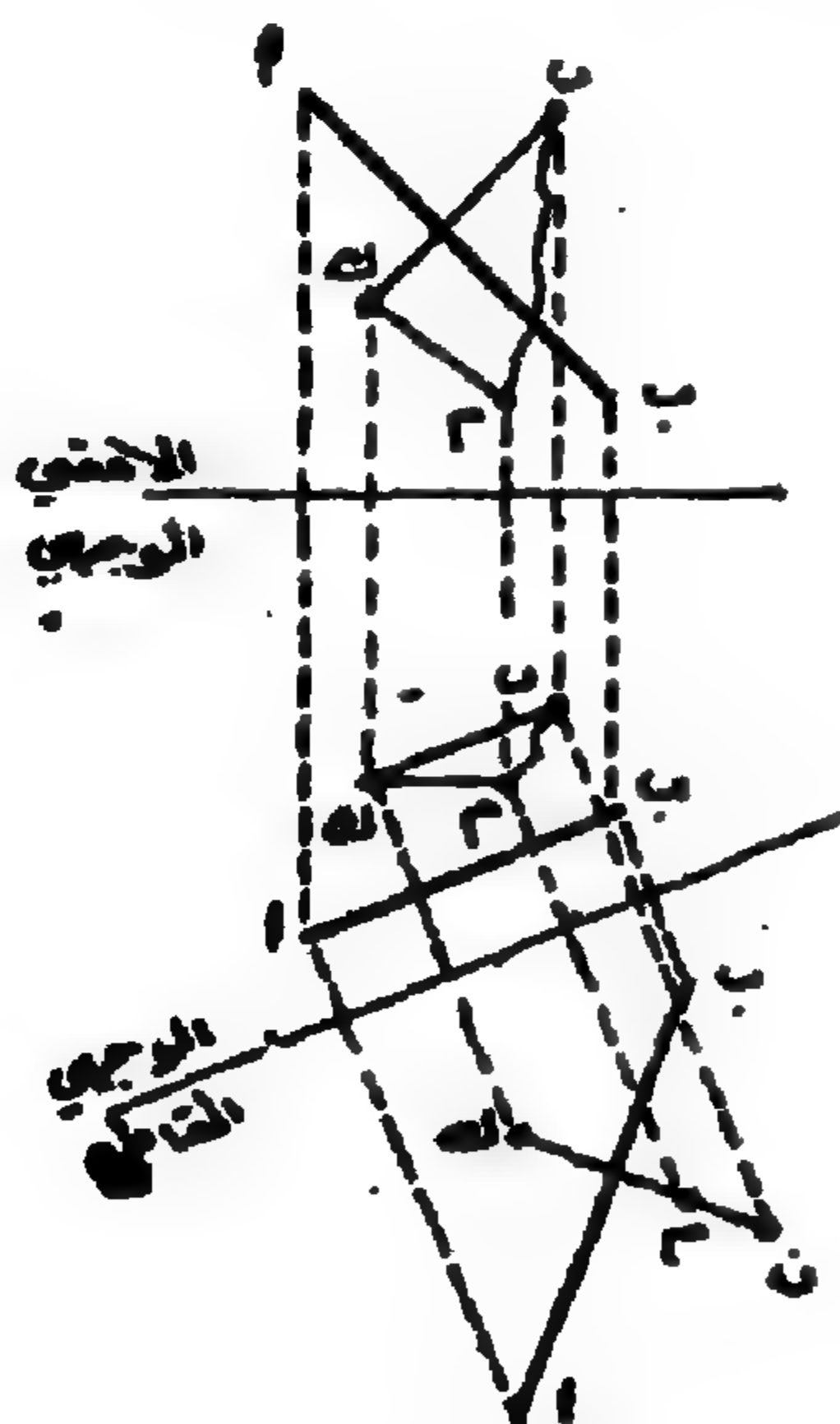
٦ - اذا توازي مستقيمان وكان احدهما عموديا على مستو ، فان المستقيم الثاني يكون عموديا ايضا على ذلك المستوي .



شكل (٢٨) المستقيم العمودي على مستو.



شكل (٢٩) تمثيل مستقيمين متعامدين. شكل (٣٠) إيجاد الزاوية بين مستقيمين.



شكل (٣١) افتعال عمود على مستقيم معلوم ومن نقطة معلومة.

شكل (٣٢) تمثيل مستو عمود على مستقيم من نقطة معلومة.

٧ - لا يمكن رسم أكثر من مستقيم واحد يكون عموديا على مستو
من نقطة واحدة .

٨ - اذا تعامد مستقيم على ثلاثة مستويات او أكثر كانت هذه متوازية .

٩ - اذا تعامد مستو على مستويين آخرين ، كان عموديا على مستقيم
تقاطعهما .

١٠ - اذا تعامد مستقيم على مستو ، فكل مستو يمر بالمستقيم يكون
عموديا على هذا المستوي .

المستقيـمات المتعامدة

من الخواص الهامة للمستقيـمات المتعامدة التي تسقط اسقاطا عموديا هي انه اذا تعامد مستقيمان على بعضهما فانهما يسقطان ويظهران عموديين اذا ظهر احدهما او كلاهما بطوله الحقيقي .

ففي الشكل (٢٩) نجد ان المستقيم أ ب هو مستقيم وجهي وان مسقطه الوجهي يظهر بطوله الحقيقي . فاذا اريد رسم مستقيم عمود عليه من نقطة خارجة عنه (ن) ، فيجب ان يظهر مسقط هذا المستقيم عموديا على المسقط الوجهي للمستقيم أ ب ، اما مسقطه الاقبي ومسقطه الجانبي فقد يشكلان اية زاوية مع المسقط الاقبي او المسقط الجانبي للمستقيم أ ب . ويلاحظ ان في الامكان رسم عدد لا نهائي من المستقيـمات التي تمر بالنقطة ن وتكون عمودية على المستقيم أ ب ، وهي بدورها (أي هذه المستقيـمات) تعين المستوي المرسوم من النقطة وعلى المستقيم الوجهي المعلوم . ويمكننا ان نتخيل هذا المستوي بانه مستو عمودي على المستوي الوجهي ، وهو مستو قاطع « وسندعوه في الفصل القادم مستويا مساعدا اوليا » .

أما اذا اريد تعيين مستقيم يمر من النقطة المعلومـة ويقطع المستقيم أ ب بحيث يكون عموديا عليه ، فيكون للمسألة جواب واحد فقط اذ يتعذر علينا ان نرسم أكثر من عمود واحد على مستقيم يكون قاطعا له . ويكون المستقيم م ن في هذه المسألة هو المستقيم المطلوب .

مسألة :

المطلوب رسم مستقيم من نقطة معلومة بحيث يصنع زاوية معينة (ولتكن ٧٠° مثلا) مع المستقيم الوجهي أ ب الذي في الشكل (٢٩) .
نفرض النقطة المعلومـة هي ط ، فالمستقيم الذي يرسم منها ويكون مائلا (٧٠°) على المستقيم أ ب يظهر مسقطه الوجهي بزاوية ٧٠° مع المسقط الوجهي للمستقيم الوجهي أ ب ، ان هذا المسقط يمكن اعتباره

أثرا المستوي يصنع 70° مع المستقيم الوجهي ، أما المسقط الاقضي للمستقيم المطلوب فيتعين من مسقط النقطة ط الاقضي ، ويعتمد موضعه على علاقة المستقيم المطلوب بالمستقيم الوجهي المعلوم فيما اذا كان قاطعا له ام لا .

مسألة :

المطلوب وجود الزاوية الحقيقية بين مستقيمين معلومين . ففي الشكل (٣٠) المستقيمان المعلومان هما ك ل ، م ن ، والمطلوب معرفة الزاوية التي بينهما . ومن الملاحظ ان المستقيمين في وضع عام أي لا يظهران بطول حقيقي في أي من المستويات الرئيسية ، لذا فنستعين بمستوي قاطع عمودي على المستوي الوجهي مثلا (مثلا) ويوازي احد المستقيمين وليكن م ن (مثلا) . والآن نسقط م ن على هذا المستوي القاطع حيث يظهر بطوله الحقيقي ، ومن ثم نسقط المستقيم الآخر وهو ك ل على المستوي المذكور حيث يظهر بطول لا يساوي طوله الحقيقي . ان الزاوية بين هذين المسقطين الجديدتين تساوي الزاوية الحقيقية بين المستقيم م ن والمستوي المار بالمستقيم ك ل د العمودي على المستوي القاطع المذكور .

مسألة :

المعلوم المستقيم أ ب والنقطة ط ، والمطلوب انزال مستقيم عمودي على المستقيم المعلوم ومن النقطة ط . ففي الشكل (٣١) نجد ان المستقيم في وضع عام ولا يظهر بطوله الحقيقي في أحد مستويات الاسقاط . فيجب اولا اظهار المستقيم بطوله الحقيقي لكي تتمكن من تمثيل المستقيم المتعامد عليه ومن النقطة . فنأخذ مستويا قاطعا وليكن في هذه الحالة شاقوليا ونسقط عليه المستقيم أ ب و النقطة ط .

ومن مسقط النقطة ط الجديد نرسم شعاعا عموديا على مسقط الطول الحقيقي للمستقيم أ ب مثل ط ي . ولارجاع المستقيم الجديد

هذا الى مستويات الاسقاط الرئيسية ، علينا ان نعرف ما اذا كان المستقيم المطلوب يقطع المستقيم المعلوم ام لا . ففي المسألة الميئة في الشكل (٣١) نجد ان المستقيم ط ي يقطع المستقيم المطلوب أ ب والمستقيم ط ي هو القاطع الوحيد للمستقيم أ ب ، وهنالك عدد لا نهاية له من الحالات التي يكون فيها المستقيم عموديا على أ ب وليسكن لا يقطعه .

مسألة :

المعلوم المستقيم أ ب ونقطة مثل ل ، والمطلوب تمثيل مستو عمودي على المستقيم المعلوم ومن النقطة ل .

ففي الشكل (٣٢) يمكننا ان نمثل او نرسم عددا لا نهائيا من المستويات العمودية على مستقيم معلوم وآثارها تتوازي في مستويات الاسقاط، ولكن لا يمكن رسم أكثر من مستو واحد عمودي على مستقيم معلوم من نقطة معلومة أيضا ، كما يتعذر رسم أكثر من مستقيم عمودي واحد على مستو معلوم من نقطة معلومة . ولرسم المطلوب تتبع الخطوات الآتية : -

- ١ - نعين الطول الحقيقي للمستقيم أ ب بأسقاطه على مستو قاطع بوازيه وعمودي على المستوي الوجهي .
- ٢ - تنقل النقطة المعلومة الى المستوي القاطع ونعين مسقطها فيه .
- ٣ - نقيم من مسقط ل الجديد عمودا على المستقيم أ ب ونسمده ، ثم نأخذ أية نقطتين فيه .
- ٤ - لتكن هاتان النقطتان م ، ن ، ونعتبرهما مسقطين لنقطتين في المستوي المطلوب .
- ٥ - نرجع النقطتين الى المستوي الوجهي وذلك برسم مستقيمتان تناظر عمودية على أثر المستوي القاطع الوجهي ، ويمكننا ان نضع المسقطين الوجهيين لهاتين النقطتين في أي محل مناسب .
- ٦ - واخيرا تنقل المسقطين الى المستوي الاقبي بالطرق المتبعة فنحصل على المستقيمين ل م ، ل ن اللذين يعينان المستوي المطلوب .

ملاحظة :

يسكن ان يمثل المستوي المطلوب أي مستقيمين متلاقين في ل ،
وينطبق مستطاهما على المستقيم المرسوم في المستوي القاطع من النقطة
ل أي ان لدينا عددا لا نهائيا من ازواج المستقيمت التي تمثل المستوي
المطلوب .

مسألة :

المعلوم نقطة ومستو بأثريه ، والمطلوب رسم مستقيم من النقطة
المعلومة بحيث يكون عموديا على المستوي .

الحل :

في الشكل (٣٣) المستوي معلوم بأثريه الوجهي والاقصي والنقطة
المعلومة هي ط . نرسم من المسقط الوجهي للنقطة ط شعاعا عموديا على
الاثر الوجهي للمستوي ومن مسقط النقطة الاقصي عمودا على الاثر
الاقصي للمستوي . يمكن اعتبار هذين العمودين المرسومين من المسقط
الوجهي للنقطة ط والمسقط الاقصي للنقطة ط ، مستقيمين لمستقيم يمر
بالنقطة ط . ان هذا المستقيم هو مستقيم عمود على أثري المستوي
المعلوم ، أي انه عمود على مستقيمين في المستوي المعلوم ، اذن هذا
المستقيم سيكون عموديا على المستوي المعلوم . ولما كان طول هذا
المستقيم غير محدود فيمكننا اختيار نقطة أيا كان موقعها حتى نسمي
المستقيم بالنقطتين ، احدهما ط والاخرى هي النقطة المختارة .

مسألة :

المعلوم مستو بمستقيمين متقاطعين ، ونقطة مثل (ن) والمطلوب
تعيين المستقيم العمودي على المستوي من النقطة المعلومة .

الحل :

لوجود المستقيم المطلوب للمسألة المينة في الشكل (٣٤) نسم

الخطوات الآتية : -

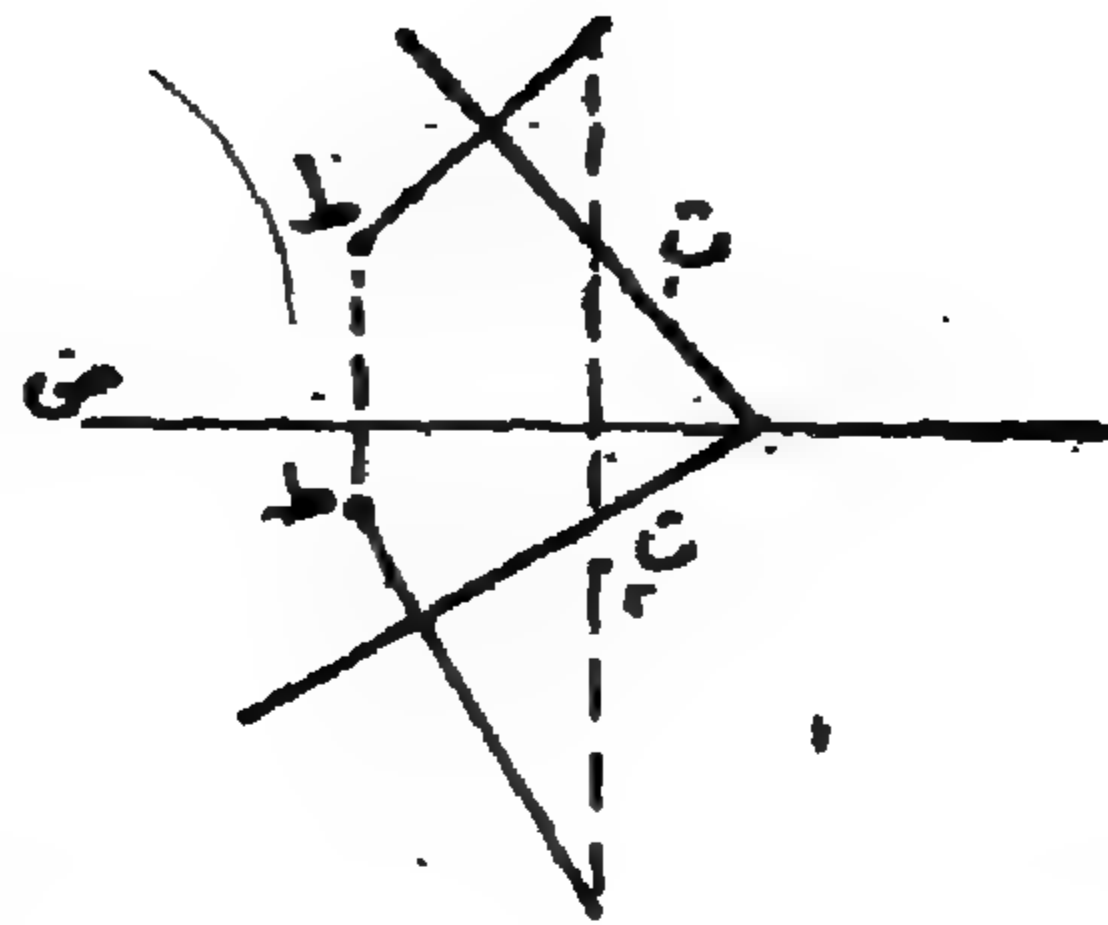
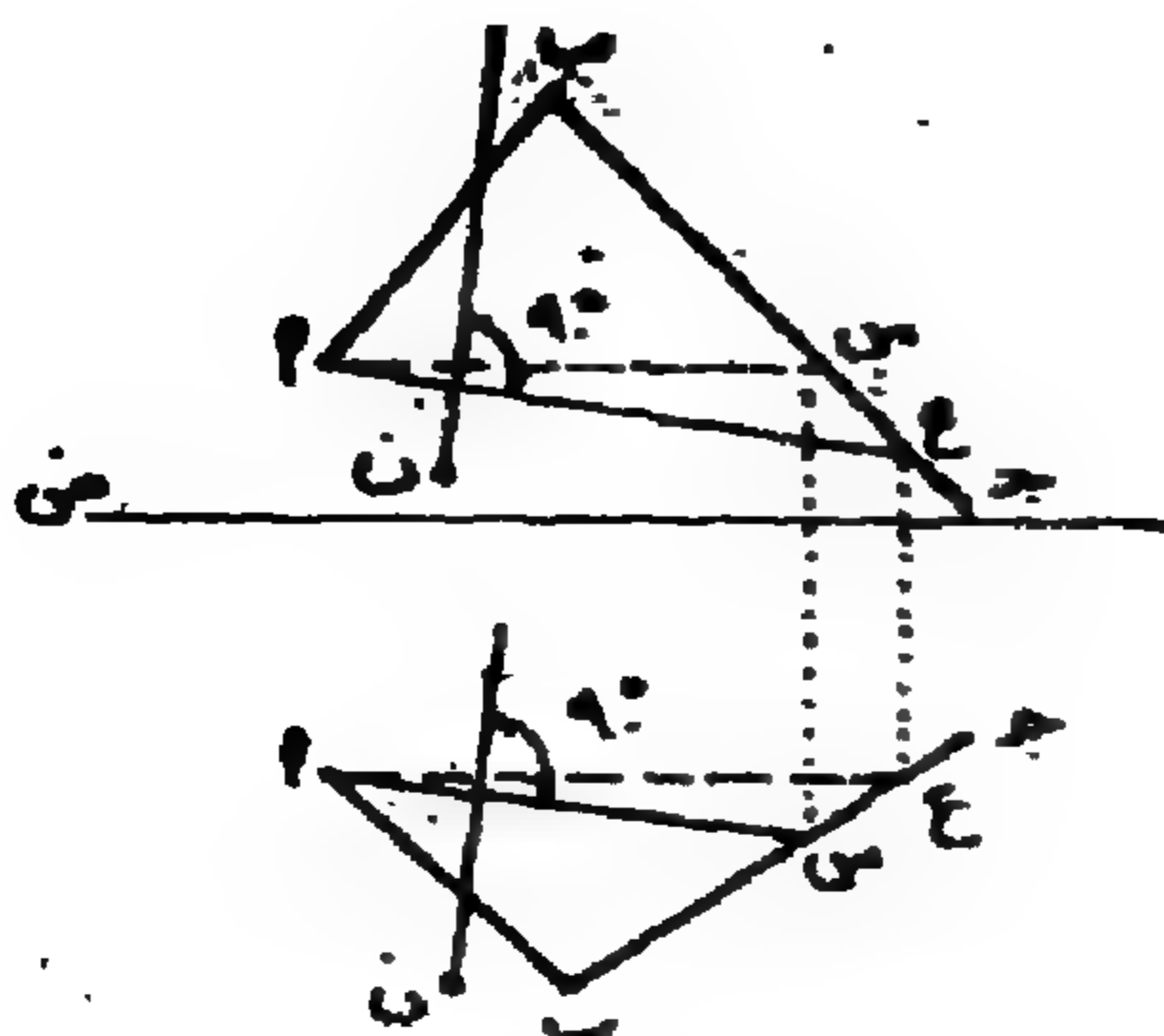
- ١ - نأخذ مستقيما خاصا في المستوي المعلوم ، وليكن مستقيما وجهيا حيث يظهر مسقط طوله الحقيقي في المستوي الوجهي للاسقاط .
- ٢ - ننزل من النقطة ن مستقيما عموديا على هذا المستقيم الوجهي ويمكن اعتبار أي مسقط يمر بمسقط النقطة (ن) الاقوي مسقطا أفقيا للمستقيم .
- ٣ - نرسم مستقيما أفقيا في المستوي المعلوم . ان مسقطه الاقوي يساوي طوله الحقيقي .
- ٤ - ننزل من مسقط نقطة (ن) الاقوي مستقيما عموديا على المستقيم الاقوي المذكور في الفقرة (٣) ونعتبره مسقطا لمستقيم عمود على المستقيم الاقوي .
- ٥ - لو اعتبرنا المستقيمين المرسومين من مسقطي النقطة (ن) الوجهي والاقوي بمسطين لمستقيم واحد مرسوم من هذه النقطة احدهما المسقط الوجهي والثاني المسقط الاقوي . فان هذين المسطين يمثلان مستقيما مرسوما عموديا على مستقيمين في المستوي المعلوم اولهما مستقيم وجهي والثاني مستقيم اقوي .
- ٦ - ولما كان المستقيم ن ل (بالعمل) عموديا على مستقيمين واقعين في مستوى واحد ، اذن سيكون عموديا على ذلك المستوي اي انه هو المستقيم المطلوب .

مسألة :

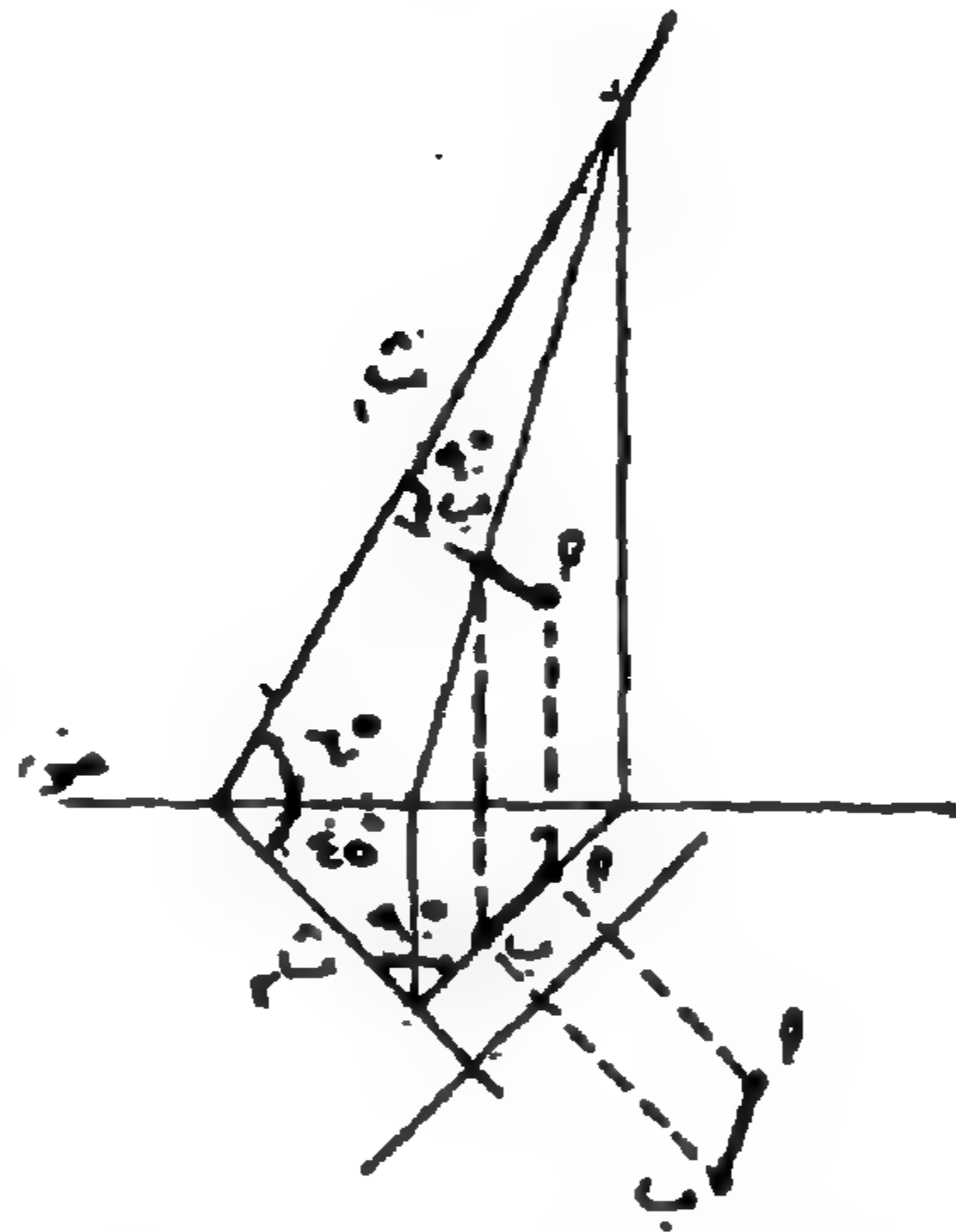
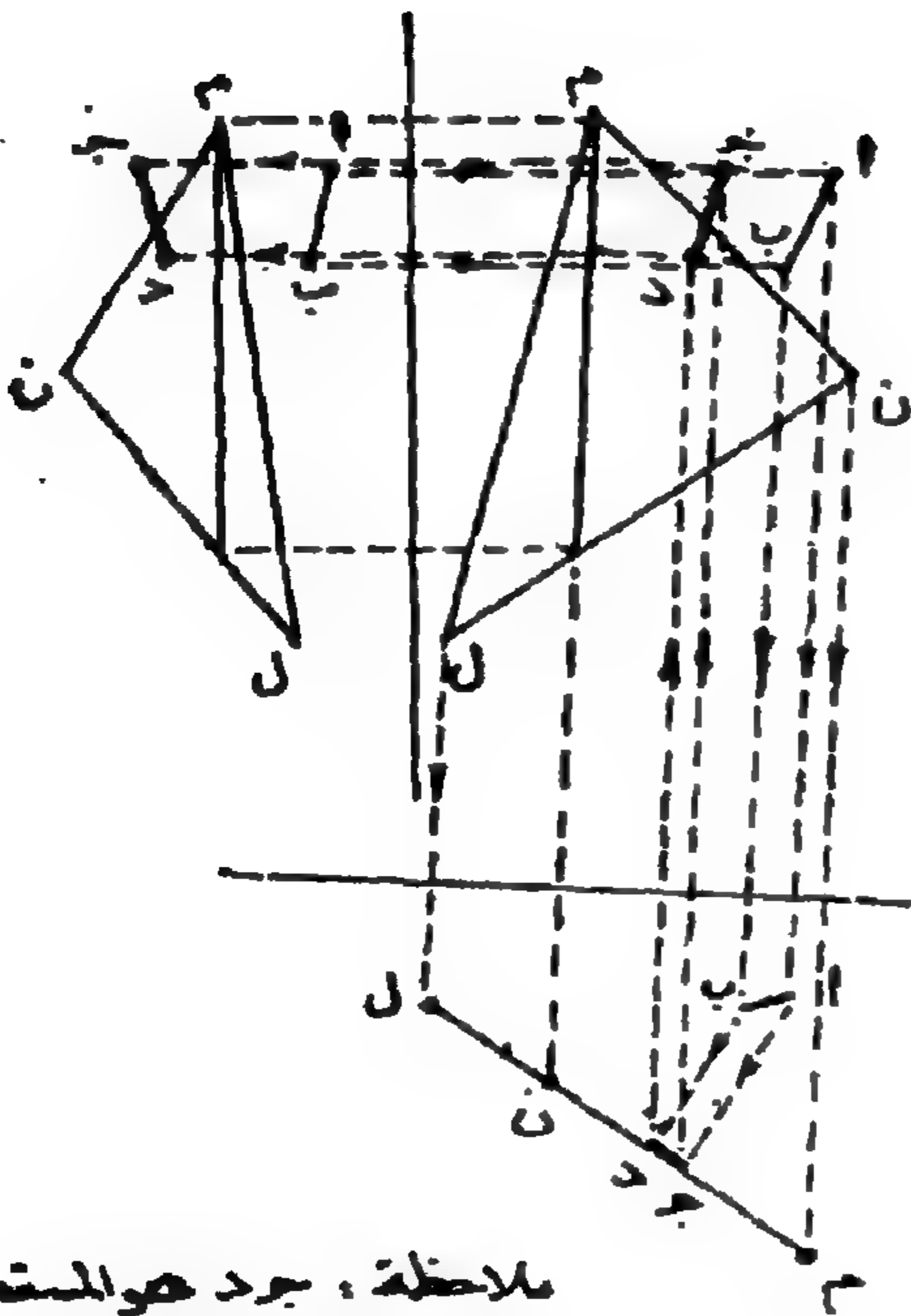
اوجد البعدين بين نقطة معلومة ومستوي معلوم بأثريه .

الحل :

- في الشكل (٣٥) المستوي المعلوم بأثريه الاقوي والوجهي والنقطة أ .
- ١ - نرسم مستقيما عموديا على المستوي ومن النقطة المعلومة أ .
 - ٢ - نمرر في هذا المستقيم مستويا عموديا على المستوي المعلوم ايضا .
 - ٣ - ان هذا المستوي القاطع والمستوي المعلوم سيتقاطعان في مستقيم .



شکل (۲۲) رسم مستقیم حدود های شکل (۲۴) انزال مستقیم حدود های
مستو معلوم مستقیمین
و من نقطه معلومه
مستو معلوم (باثریه)



شکل (۲۵) ایجاد البعد بین نقطه
و مستو معلوم باثریه

ملاحظه: جرد هو المسقط
المطلوب للمستقیم ا ب
و های المستوی ل م ن.

شکل (۲۶) اسقاط مستقیم معلوم های مستو معلوم

٤ - ان مسقط هذا المستقيم سينطبق على الاثر الوجهي للمستوي المذكور في الفقرة (٢) .

٥ - ان نقطة ب (أي نقطة تقاطع العمود أ ب على المستوي المعلوم) واقعة في المستوي المعطي في المسألة وبنفس الوقت واقعة على المستقيم المنزل من النقطة المعلومه والعمودي على المستوي المعلوم .

٦ - نجد المسافة بين أ ب أي وجود الطول الحقيقي للمستقيم أ ب الذي يمثل البعد المطلوب بين النقطة المعلومه والمستوي المعلوم .

مسألة :

المعلوم مستقيم ومستو بمسقطيه والمطلوب اسقاط المستقيم المعلوم على المستوي المعلوم .

الحل :

في الشكل (٣٦) المعلوم المستقيم أ ب والمستوي ل م ن بمسقطيهما الجانبي والوجهي ولاسقاط المستقيم أ ب على المستوي ل م ن تتبع الخطوات الآتية : -

١ - نأخذ مستقيما خاصا في المستوي ل م ن وليكن في هذه الحالة مستقيما جانبيا مثل م و يظهر مسقطه في المستوي الجانبي بطوله الحقيقي .

٢ - نسقط المستوي المعلوم على مستوي يقطع المستوي الجانبي ويكون عموديا عليه .

٣ - يظهر مسقط المستوي ل م ن خطا مستقيما ، أما مسقط المستقيم أ ب على هذا المستوي القاطع فيظهر بوضع عام .

٤ - ننزل على المسقط الذي ظهر مستقيما في المستوي القاطع ، أشعة عمودية من مسقط أ ب الجديد . ان هذين الشعاعين يقطعان المسقط في النقطتين ه ، د .

- ٥ - نرجع النقطتين ح ، د الى المستوي الجانبي ثم الى المستوي الوجهي حيث تظهر النقطتان في مستويات الاسقاط الرئيسية .
- ٦ - ان وصلنا بين مسقطي ح ، د في المستويين الوجهي والجانبي لحصلنا على مسقطي ح ، د الوجهي والجانبي على التوالي .
- ٧ - اذن ح د هو المسقط المطلوب للمستقيم أ ب على المستوي لمن، أي ان ح د يقع في المستوي لمن ولو انه ظهر خارج حدود لمن، اذ ليس للمستوي حدود .

مسألة :

المعلوم مستويان متوازيان باثارهما والمطلوب وجود المسافة بينهما .

الحل :

المسافة بينهما هي البعد العمودي بينهما .
نأخذ نقطة في احد المستويين ثم نسقط منها عمودا على المستوي الآخر ، ثم نعين طوله الحقيقي كما سبق شرحه أعلاه ، فنحصل على المسافة المطلوبة .

مسألة :

المطلوب وجود المسافة بين مستقيمين متوازيين .

الحل :

نأخذ نقطة على احدهما ونمرر منها مستويا عموديا على ذلك المستقيم ، وسيكون هذا المستوي عموديا على المستقيم الآخر أيضا .
نجد نقطة تقاطع المستوي هذا مع المستقيم الآخر . نجد المسافة بين النقطة الاولى ونقطة التقاطع (الاخيرة) حيث نحصل على المسافة بين المستقيمين المتوازيين .

تمارين على التعامد

- ١ - جد البعد بين النقطة أ (٥ ، صفر ، ٨) والمستقيم ب ح اذا علمت ان :
ب (١ - ، صفر ، ٤) ح (٥ ، ٨ ، ٧) •
- ٢ - المطلوب وجود البعد العمودي بين مستقيمين متوازيين اذا كان المستقيمان (١) اقليين (٢) واقعين في المستوي الجانبي (٣) في وضع عام (٤) عموديين على المستوي الجانبي •
- ٣ - المعلوم مستقيم ومستو بآثريه ، والمطلوب تعيين قطبسة على ذلك المستقيم بحيث تبعد ٤ سم عن المستوي المعلوم •
- ٤ - المطلوب تعيين مسقط أقصر مستقيم بين مستقيمين متناظرين (غير متلاقين) احدهما وجهي والآخر في وضع عام •
- ٥ - المطلوب تعيين البعد العمودي بين مستقيم معلوم منه أحد مساقطه ، ومستو معلوم بآثريه والمستقيم يوازي المستوي في الحالتين التاليتين :
أ - المستقيم أفقي والمستوي شاقولي •
ب - المستقيم جانبي والمستوي يوازي خط الارض •
- ٦ - المطلوب وجود المسافة العمودية بين مستويين متوازيين شاقولين •
- ٧ - المعلوم مستو بمسقطيه ومستو آخر بمستقيمين متقاطعين ، والمطلوب تعيين البعد العمودي بين المستويين اذا كانا متوازيين •
- ٨ - المعلوم مستقيمان متقاطعان في نقطة (ق) احدهما جانبي والآخر وجهي ، والمطلوب تمثيل المستقيم العمود على مستوي المستقيمين والمقام من نقطة تقاطعهما •
- ٩ - المعلوم المستوي ق ر ش ت المتوازي الاضلاع ، والمطلوب تعيين آثار المستوي العمودي على المستوي المعلوم بشرط أن يمر من ق ش (أي أحد اقطار المتوازي الاضلاع) •

- ق (٥، ٢، صفر) ش (٣، ١، ٨) ت (١، صفر، ٣) •
١٠ - المعلوم مستقيمان متقاطعان احدهما شاقولي والآخر جانبي ،
• ويتقاطع مسقطاهما الجانبيان في النقطة م (٤، ٣، صفر)
• ما قيمة الزاوية بينهما ؟

الفصل السابع

المستويات المساعدة او الإضافية

المستويات المساعدة هي مستويات خاصة للاسقاط وتؤخذ عمودية بالنسبة الى احد مستويات الاسقاط الرئيسية ومائلة بالنسبة للآخرين الآخرين فتسمى اذ ذاك المستويات المساعدة الاولية (Primary Auxiliary Planes) أو قد تؤخذ مستويات عمودية على هذه المستويات المساعدة فتكون بالنسبة للمستويات الاصلية مستويات في وضع عام وتدعى المستويات المساعدة الثانوية (Secondary Auxiliary Planes) فتكون اذن المستويات الاولى (الاولية) مستويات اسقاط بالنسبة للمستويات المائلة وتكون المستويات (الثانوية) مستويات اسقاط للمستويات التي هي في وضع عام بالنسبة لمستويات الاسقاط الرئيسية الثلاثة . وسنتمكن من حل العديد من المسائل الهندسية التي يصعب حلها بالطرق المألوفة والمتبعة بالرسم أو الرياضيات وذلك بالاستعانة بهذه المستويات الاضافية او المساعدة ، وسنبداً بالمستويات المساعدة الاولية ومن ثم بالمستويات المساعدة الثانوية .

ويستتج مما سبق انه لا يمكن حل مسألة على المستويات المساعدة الثانوية ما لم نستعن اولاً او نمرر الحل بمستوى مساعد اولي .

المستويات المساعدة الاولى

وتؤخذ هذه المستويات كما قلنا بحيث تكون عمودية على أحد المستويات الرئيسية للاسقاط ، انظر الشكل (٣٧) ، على شرط أن تكون موازية للمستويات المائلة المراد اسقاطها عليها واظهار شكلها الحقيقي أو لوجود الطول الحقيقي لمستقيم في وضع عام . فمن العلوم ان مسقط الشكل الحقيقي لمستو لا يظهر الا على مستو يوازيه . فاذا كان أحد المستويات لجسم ما غير مواز لأحد مستويات الاسقاط الرئيسية فاننا نسقطه على أحد هذه المستويات المساعدة ، وندعو المسقط حينذاك بالمسقط المساعد . ويعرف المسقط المساعد الاول بأنه مسقط مستو على مستو عمود على أحد مستويات الاسقاط الثلاثة وبأنه مائل على المستويين الآخرين .

فهي الشكل (٣٨) يوجد عدة أجسام يحتوي أولها على مستو مائل ولكنه شاقولي فلذلك يسقط على مستو مساعد اولي شاقولي اذا اريد معرفة شكله ومساحته الحقيقيين ، وكذلك يقال عن الرسم الثاني والثالث من الشكل المذكور حيث يوجد مستويان آخران احدهما عمودي على المستوي الوجهي للاسقاط والآخر على المستوي الجانبي للاسقاط . ومهما تعددت المستويات المساعدة في جسم ما بحيث يحقق كل منها نفس الظروف يعتبر الاسقاط اسقاطا مساعدا اوليا .

كيفية رسم مسقط مساعد لمستو مائل

لاظهار الشكل الحقيقي لمستو مائل يجب اتباع الخطوات المتتالية الآتية :-

- ١ - نرسم مسطتين رئيسيتين متجاورين بحيث يظهر في احدهما مسقط المستوي المائل خطا مستقيما (مسقط مستو على مستو عمود عليه) .

٢ - نعين مستقيم تقاطع مستوي الاسقاط الرئيسين المذكورين في
الفقرة الاولى .

٣ - نرسم خطا ونعتبره مستقيم تقاطع مستوي الاسقاط الذي فيه
مسقط الخط المستقيم مع المستوي المساعد الذي سيسقط عليه
السطح المائل المطلوب وجود شكله الحقيقي .

٤ - نختار مواقع مستقيمت تقاطع كل مستويين ، والتي هي عبارة عن
مستقيمت الطي ، بحيث تظهر المساقط الرئيسية والمسقط المساعد
في فراغ مناسب من الورقة .

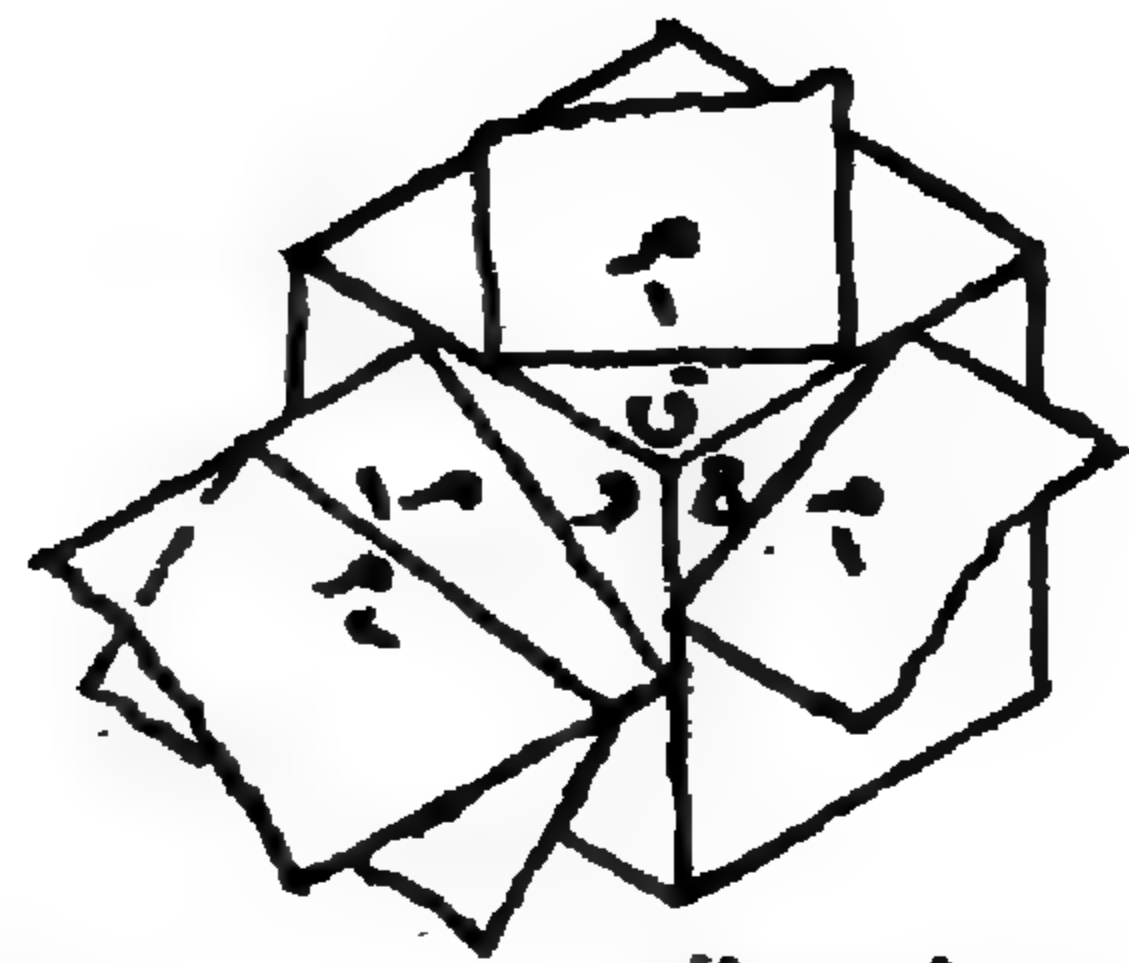
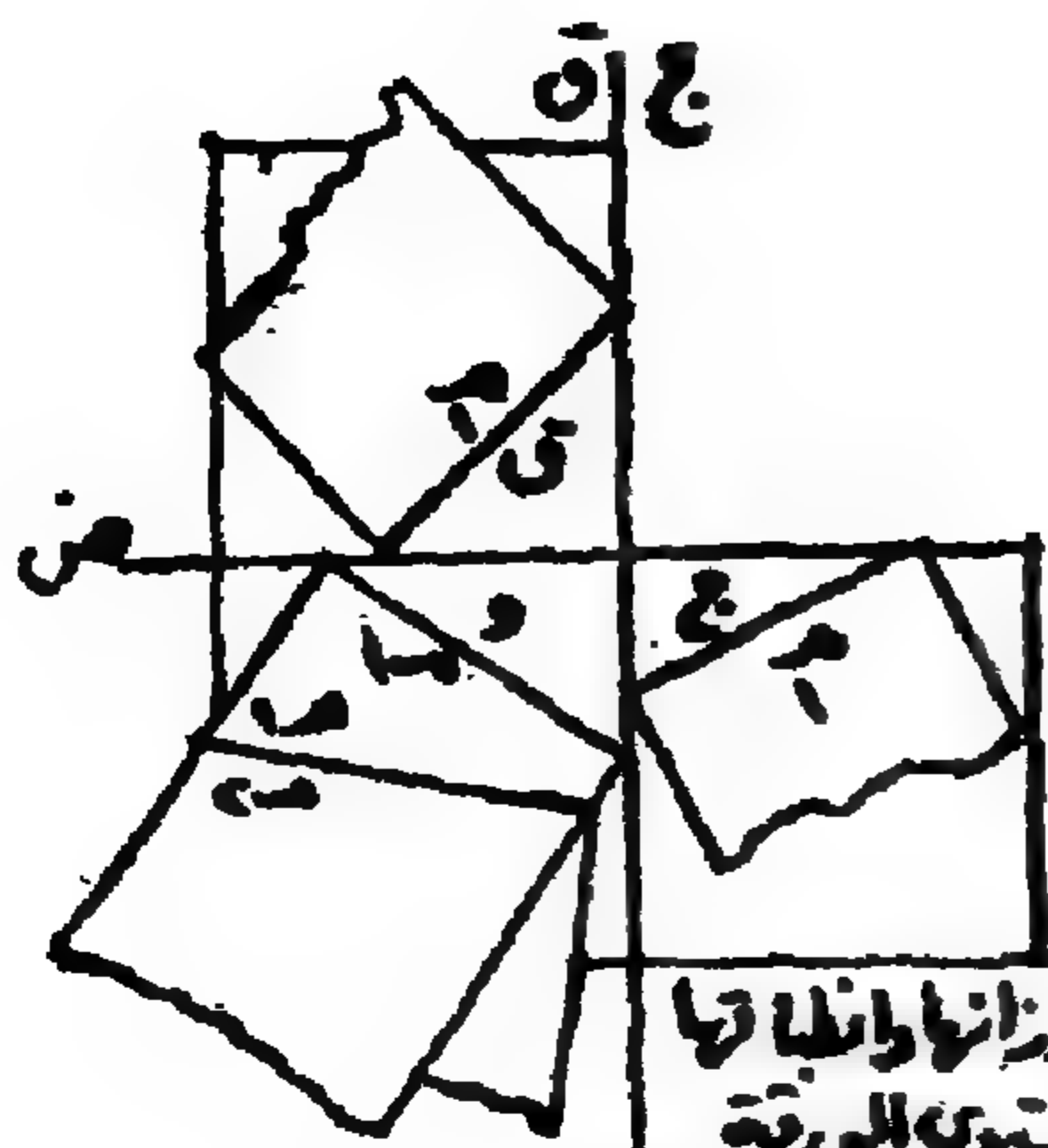
٥ - ننقل أبعاد كل نقطة من نقاط الجسم من المساقط الرئيسية الى
المسقط المساعد الاولى .

مسألة :

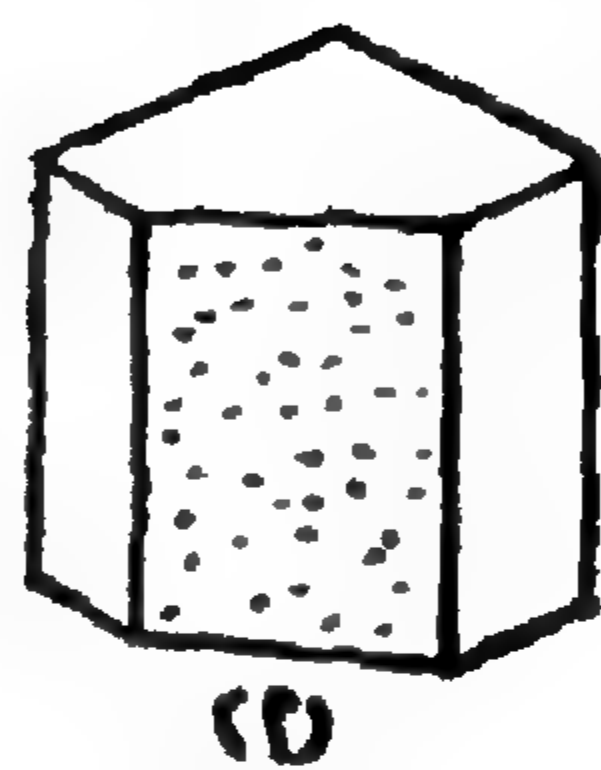
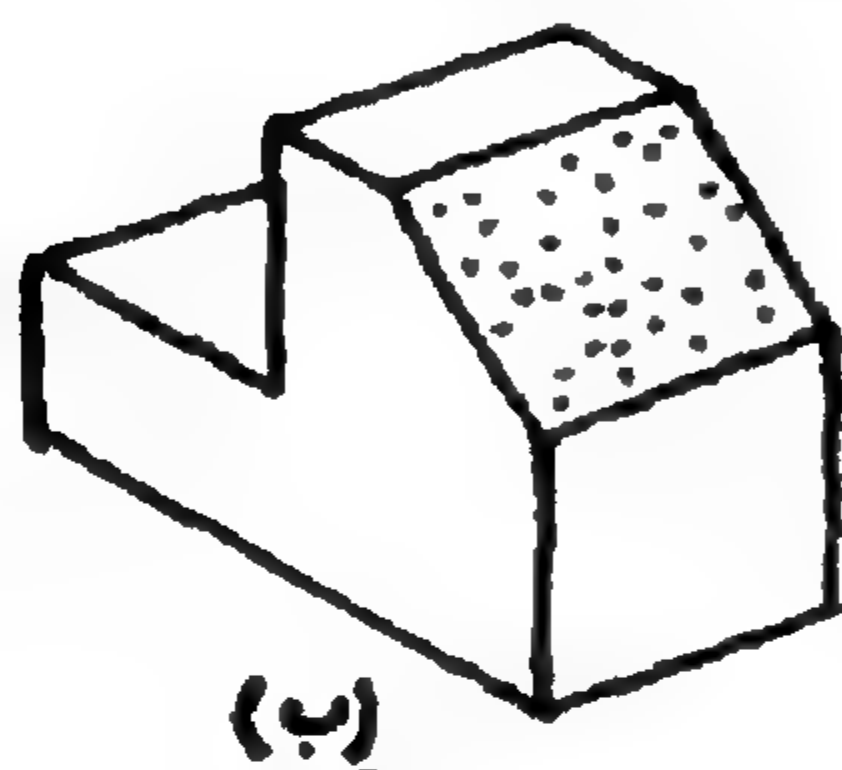
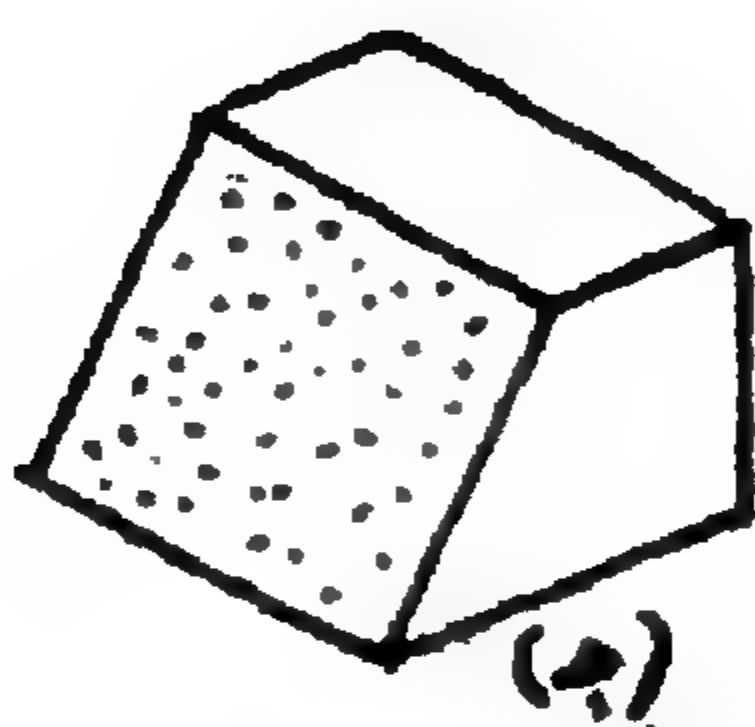
المطلوب تمثيل المسقط المساعد لجسم علم منه مسقطاه الوجهي
والجانبي .

ففي الشكل (٣٩) ، نرسم مستقيمت التقاطع (ج/و ، ج/مساعد)
ثم ننقل أبعاد النقاط المبينة في موقعها في المسقط الوجهي عن مستقيم
تقاطع المستويين الوجهي - الجانبي ، الى المستوي المساعد .

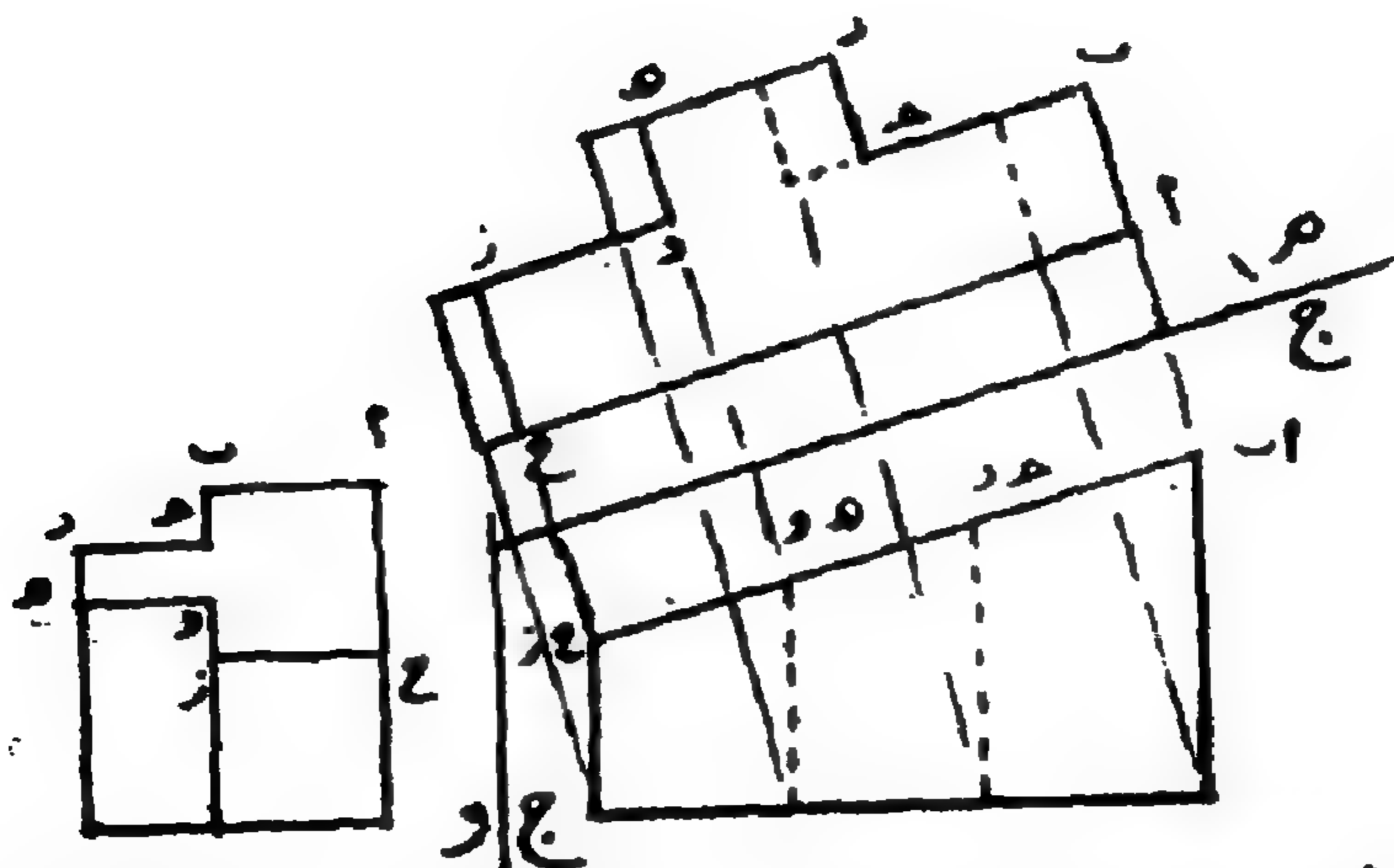
نصل بين المساقط الجديدة للنقاط فيتعين الشكل المطلوب .
فالمستوي المسقط أ ب ح د ه و ز ح يساوي شكله الحقيقي ، ويسمى
هذا المسقط بالمسقط المساعد للمستوي المائل أ ب ج د ه و ز ح ، أما
إذا اريد المسقط المساعد الكامل للجسم بأجمعه فيجب نقل كل النقاط
الاخرى في الجسم من المستويات الاصلية الى المستوي المساعد كما في
الشكل (٣٩) .



(أ) في الفراغ (ب) بعد دورانها وانطباعها على مستوى الورقة
شكل (٢٧) مستويات مساعدة أولية وثانوية ج و



شكل (٢٨) مستويات مائلة في اجسام هندسية
(أ) مستو شاقولي (ب) عمودي على الوجهين (ج) عمودي على الجانبين



شكل (٢٩) استقامة مستو مائل على مستو مساعد أولي

١١- (أ) جد الشكل الحقيقي للمستوى أ ب ج د هـ بطريقة الانسقاط على المستويات المساعدة الأولية إذا علمت أن إحداثيات نقاطه هي كالآتي :-

أ (١ ٥ ٤) م

ب (٢ ٥ ٣) م

ج (١ ٥ ٢ ٥) م

د (٤ ٤ ٢) م

هـ (٢ ٤ ٣) م

(ب) المطلوب وجود مساحة المستوى المذكور إلى أقرب سنتيمتر مربع .

(ج) المطلوب وجوب الزوايا التي يشكلها مع مستويات الانسقاط الرئيسية الثلاثة .

١٢- (أ) كيف يظهر المستوى ك ل م ن في السقط الوجهي هـ وماذا يعني هذا المظهر

وهل أنه يعطي فكرة حقيقية من شكل المستوى ؟ علماً بأن إحداثيات رؤوس

المستوى هي كالآتي :-

ك (١ ٥ ٤ صفر) م

ل (صفر ٥ ٦ ٢) م

م (٢ ٥ ٢ ٣) م

ن (٣ صفر ١) م

(ب) المطلوب وجود الشكل الحقيقي للمستوى ك ل م ن هـ وجود زوايا ميله

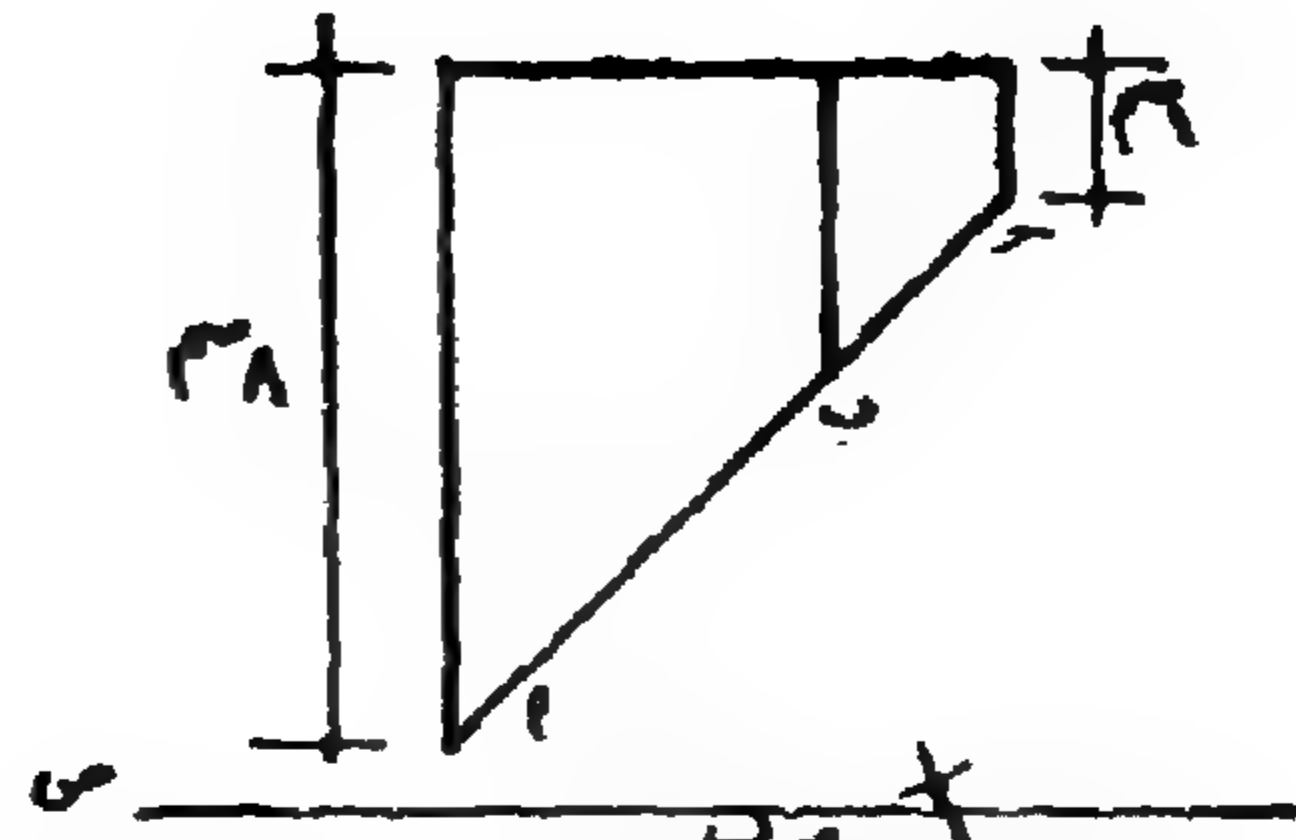
على مستويات الانسقاط الرئيسية الثلاثة هـ ومن ثم حساب مساحته .

(ج) هل يمكنك حساب مساحته بدون أنسقاطه على مستوي مساعد أولي ؟ وضح

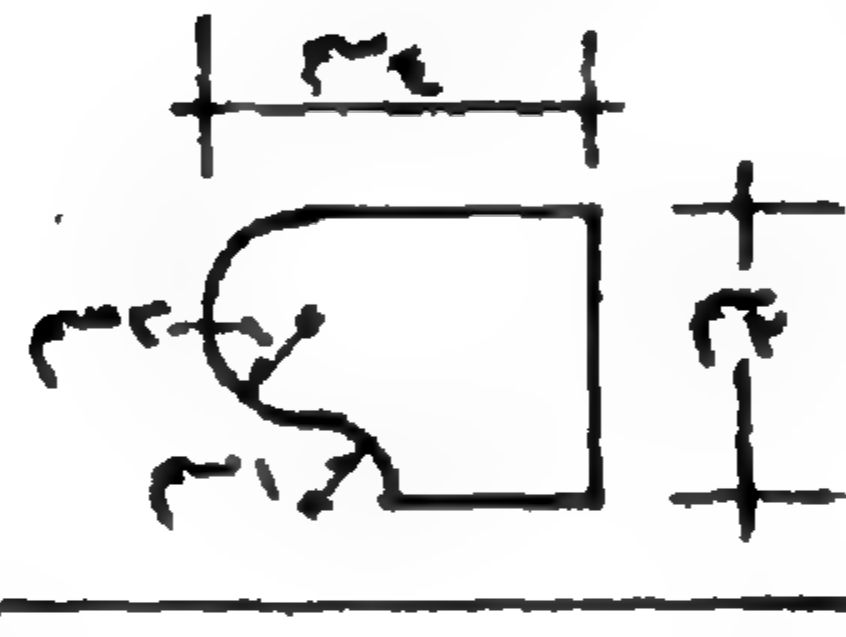
ذلك بصورة مختصرة .

تمارين على المستويات المساعدة الاولى

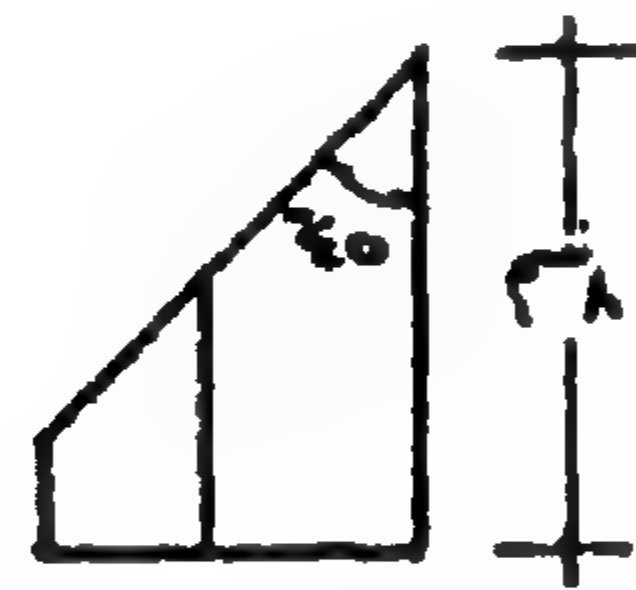
- ١ - ارسم مسقط الشكل الحقيقي للمستوي الشاقولي أ ب ج المرسوم في الشكل (٤٠ أ) .
- ٢ - ارسم لمسقط الكامل للجسم المبين في الشكل (٤٠ أ) وكذلك ارسم المسقط الجانبي للجسم .
- ٣ - ارسم مسقط المستوي المائل في الشكل (٤٠ ب) ، وكذلك المسقط الجانبي الايسر .
- ٤ - اذكر خطوات العمل لتمثيل المسقط المساعد الكامل للجسم المبين في الشكل (٤٠ ب) .
- ٥ - في الشكلين (٤٠ ح) ، (٤٠ د) ارسم المساقط الرئيسية الجانبية والمساقط المساعدة للمستويات المائلة .
- ٦ - المطلوب رسم الشكل المساعد الكامل ، والشكل الجسم للجسم المبين بمساقطه في الشكل (٤٠ د) .
- ٧ - المطلوب رسم المسقط الجانبي والمسقط الاقوي للجسم المعلومة مساقطه والمبينة في الشكل (٤٠ هـ) .
- ٨ - في الشكل (٤٠ و) ارسم المسقط الاقوي والجانبي الايسر للجسم المبين .
- ٩ - اكمل المسقط المساعد في التمرين السابق .
- ١٠ - هرم سداسي منتظم ارتفاعه ٦ سم وضلع قاعدته ٢ سم . قطع على ارتفاع ٤ سم من القاعدة مستوي عمودي على المستوي الوجهي ويكون ٣٠ درجة مع الاق ، ارسم المساقط الرئيسية الثلاثة والمسقط المساعد للقسم الباقي بعد القطع .



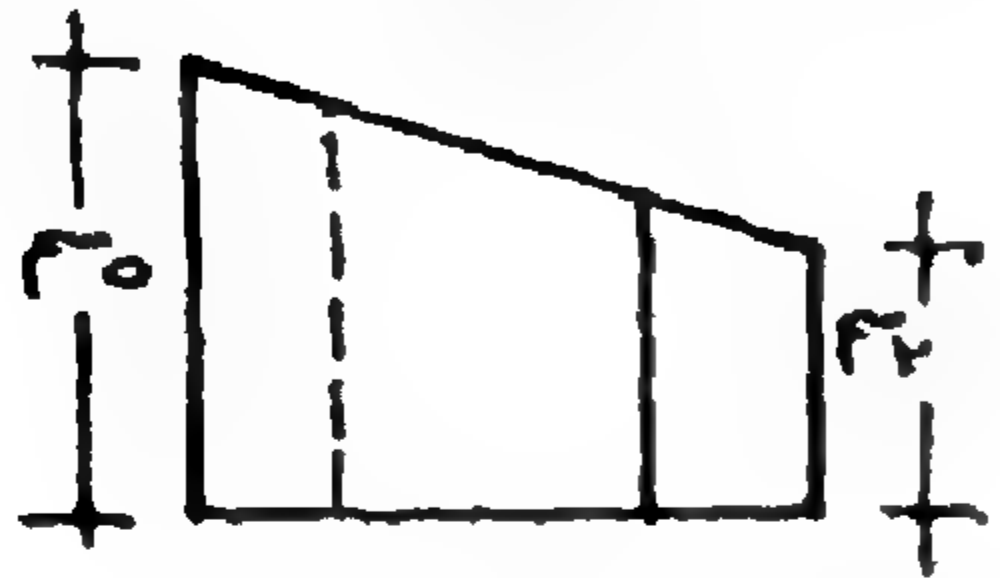
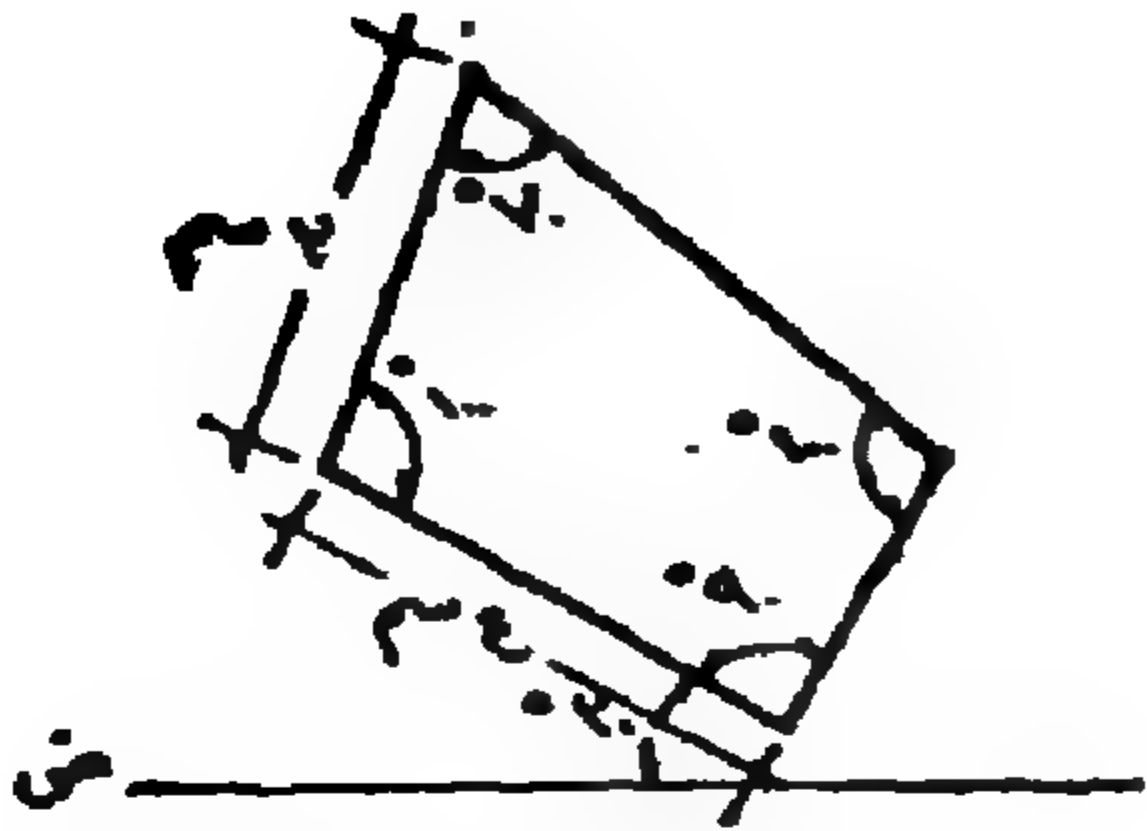
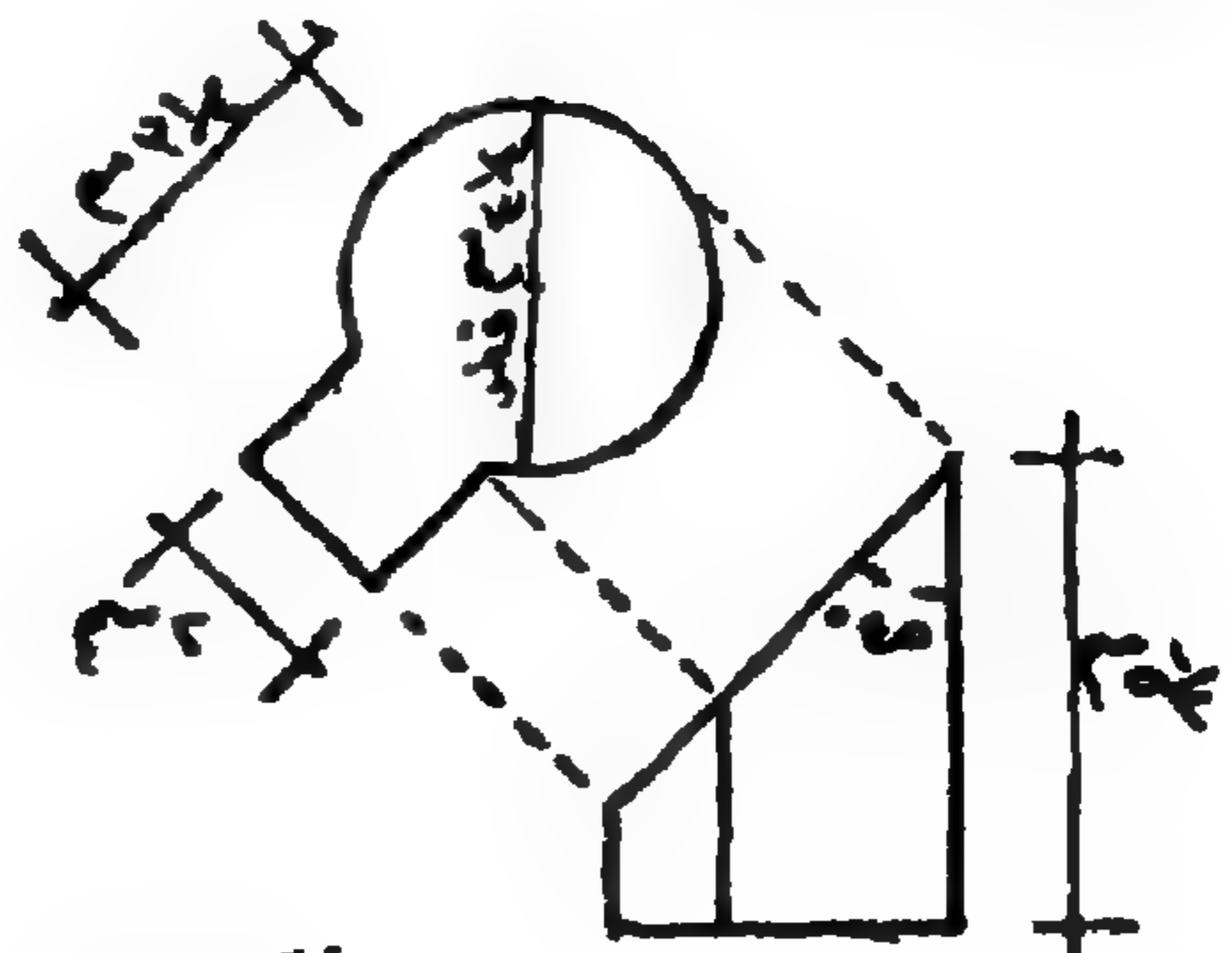
شکل (۹۴.)



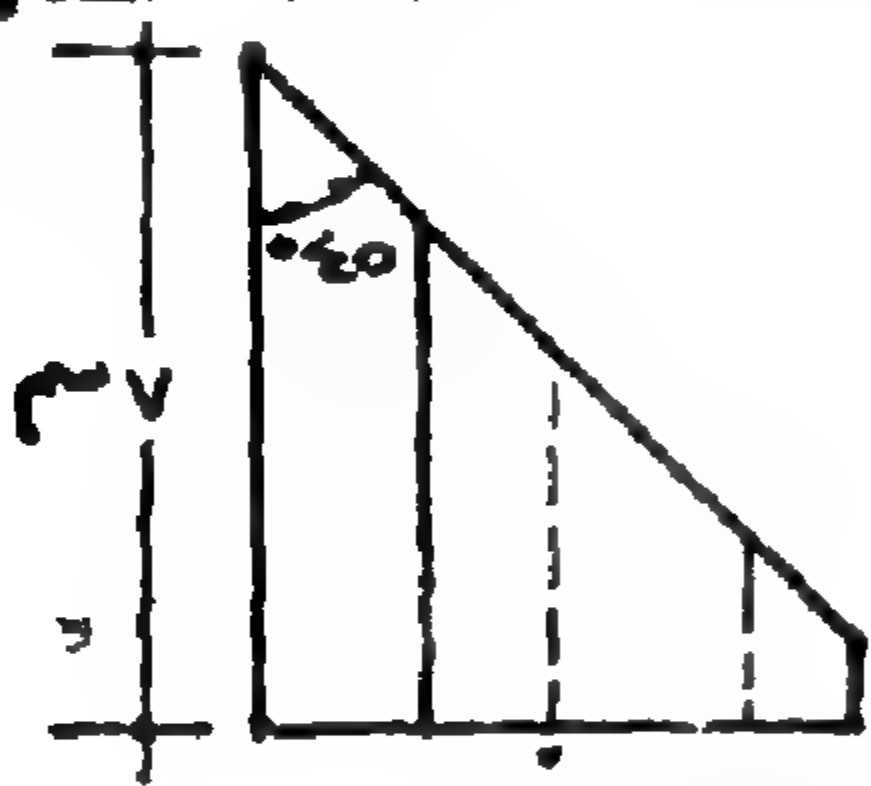
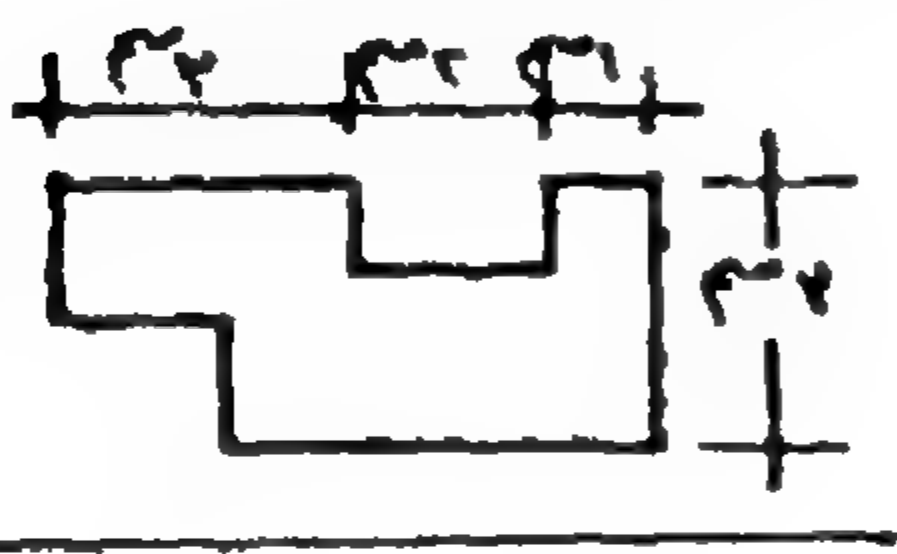
شکل (۹۵.)



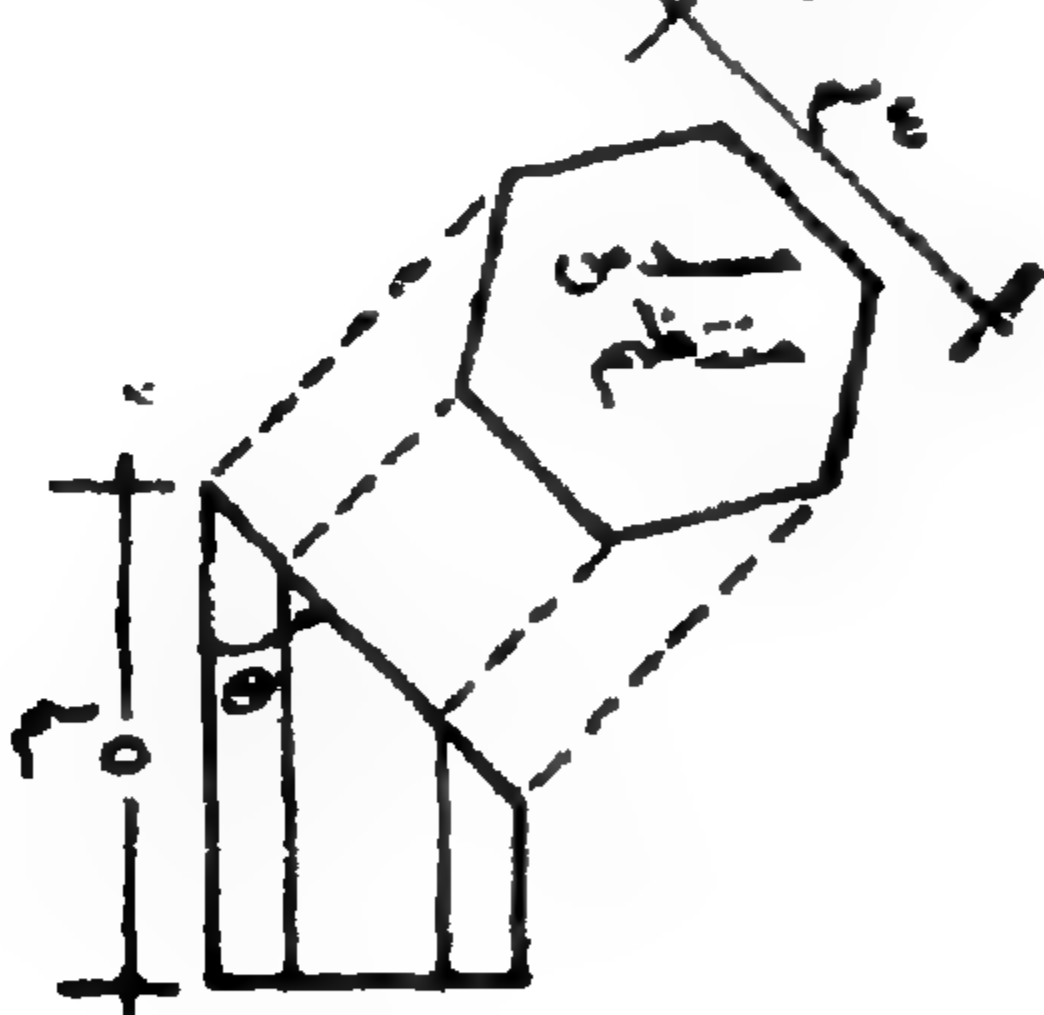
شکل (۹۶.)



شکل (۹۷.)



شکل (۹۸.)



شکل (۹۹.)

المستويات المساعدة الثانوية

عندما يراد اظهار الشكل الحقيقي لسطح مستو لا يظهر مسقطه في أي من مستويات الاسقاط الرئيسية حتى ولا خطاً مستقيماً ، فلنا ان نستعين بمستويات مساعدة ثانوية ونسقط عليها السطح المطلوب تعيين مساحته أو شكله ، ونحصل على المسقط المساعد الثانوي .

فالمسقط المساعد الثانوي والذي يدعى المسقط المساعد المضاعف أو المكرر هو عبارة عن اسقاط على مستو في وضع عام بالنسبة لمستويات الاسقاط الرئيسية الثلاثة أو المسقاط الثلاثة . ان هذا المستوى المتخذ للاسقاط الثانوي يكون عمودياً على مستو مساعد أولي والذي منه يسقط السطح عادة على المستوى الثانوي .

وكما ان المسقط الأولي المساعد يسقط دائماً من احد المستويات الرئيسية كذلك فإن المسقط الثانوي يسقط دائماً من مستو مساعد أولي ، الا اذا كان المستوي المطلوب اظهار شكله الحقيقي قد ظهر خطاً مستقيماً في احد مستويات الاسقاط الرئيسية .

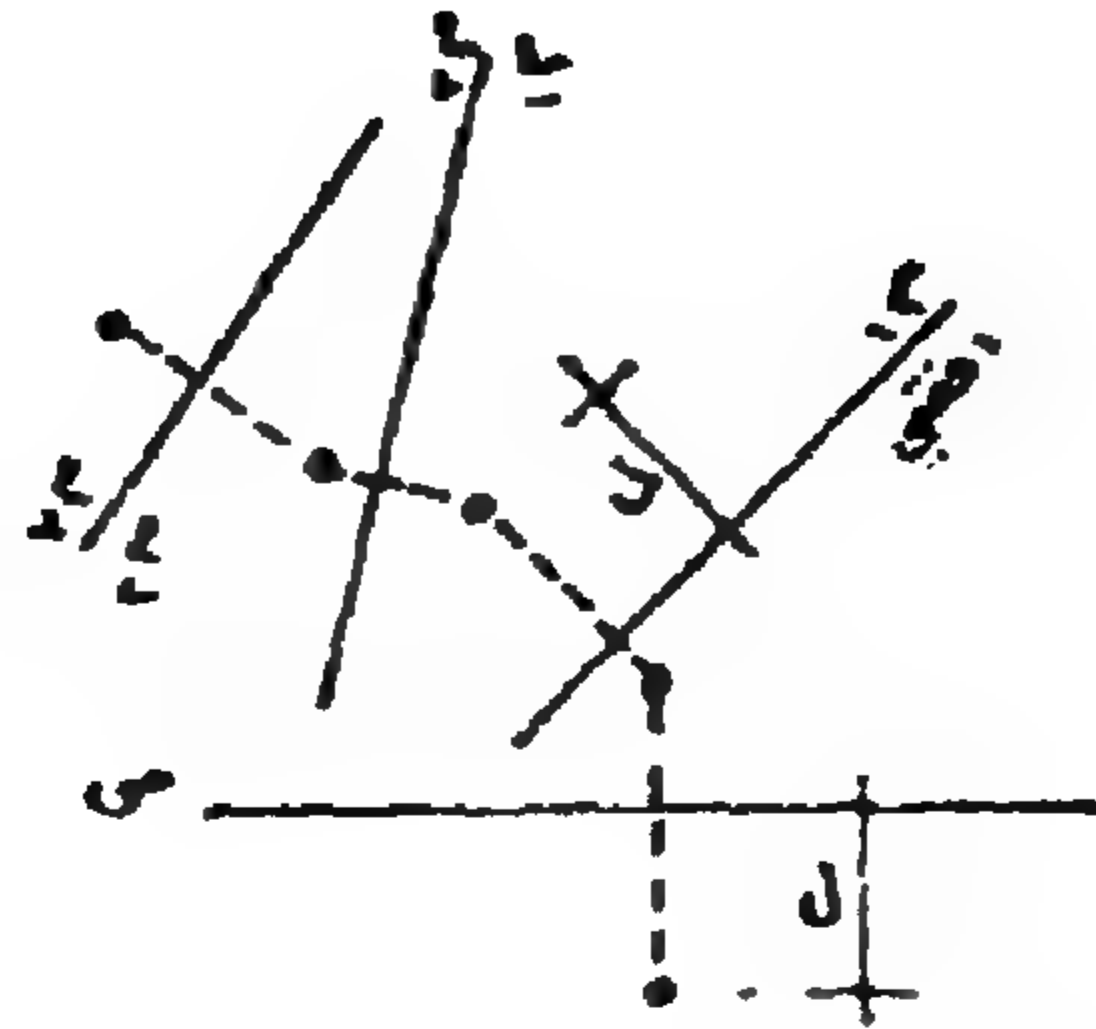
الاسقاط المكرر لنقطة على مستويات مساعدة عمودية على بعضها :

ففي الشكل (٤١) تظهر النقطة ن بمسقطين رئيسيين ، ويلاحظ اسقاطها على مستو شاقولي ثم اسقاطها ثانية على مستو مساعد عمودي على المستوى الشاقولي المذكور ، ثم اسقطت النقطة على مستو مساعد ثالث ويلاحظ ان المستويين المساعدةين الاول والثالث غير متوازيين كما ان المستوى المساعد الاول والمستوى الوجهي غير متوازيين وهكذا .

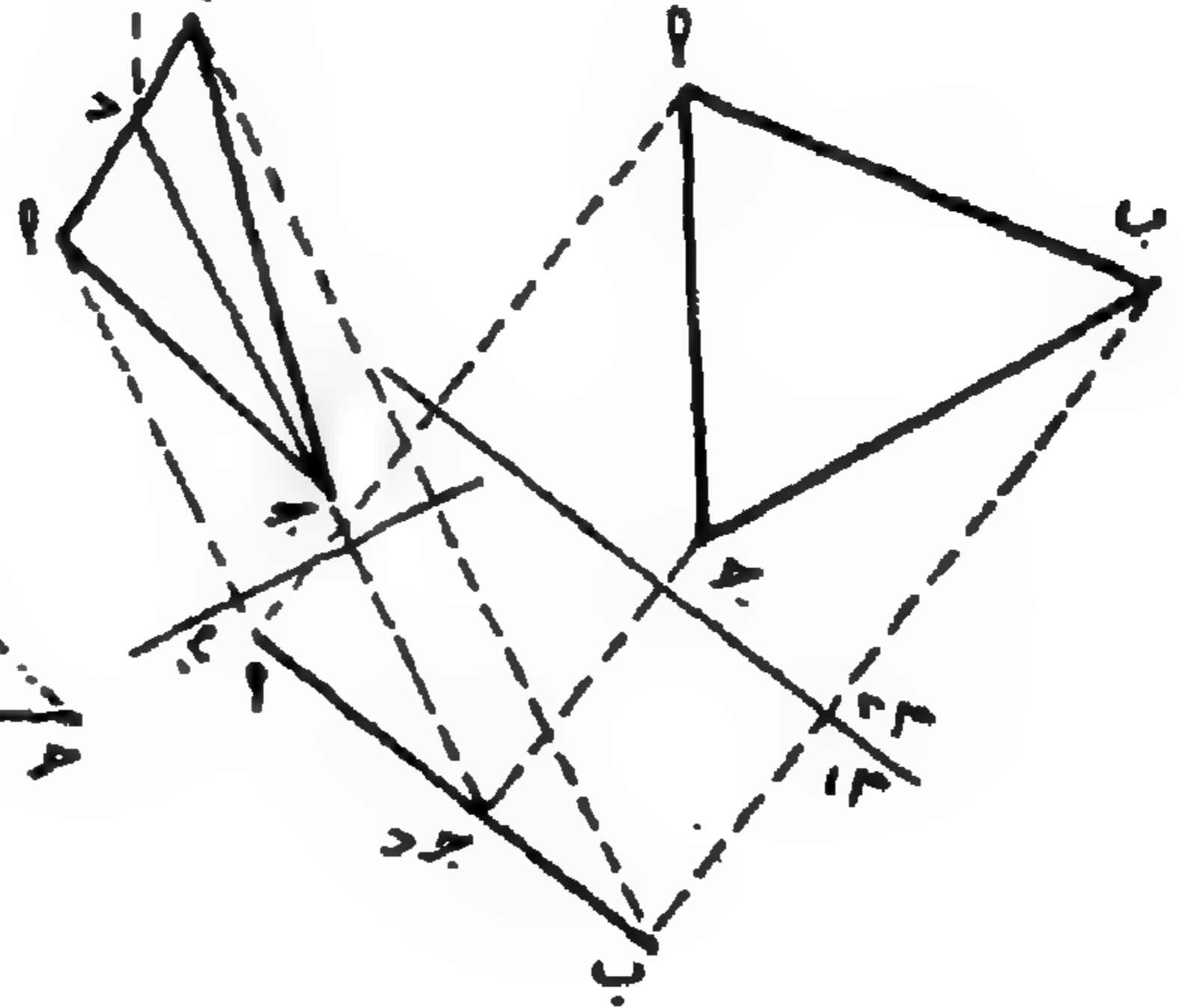
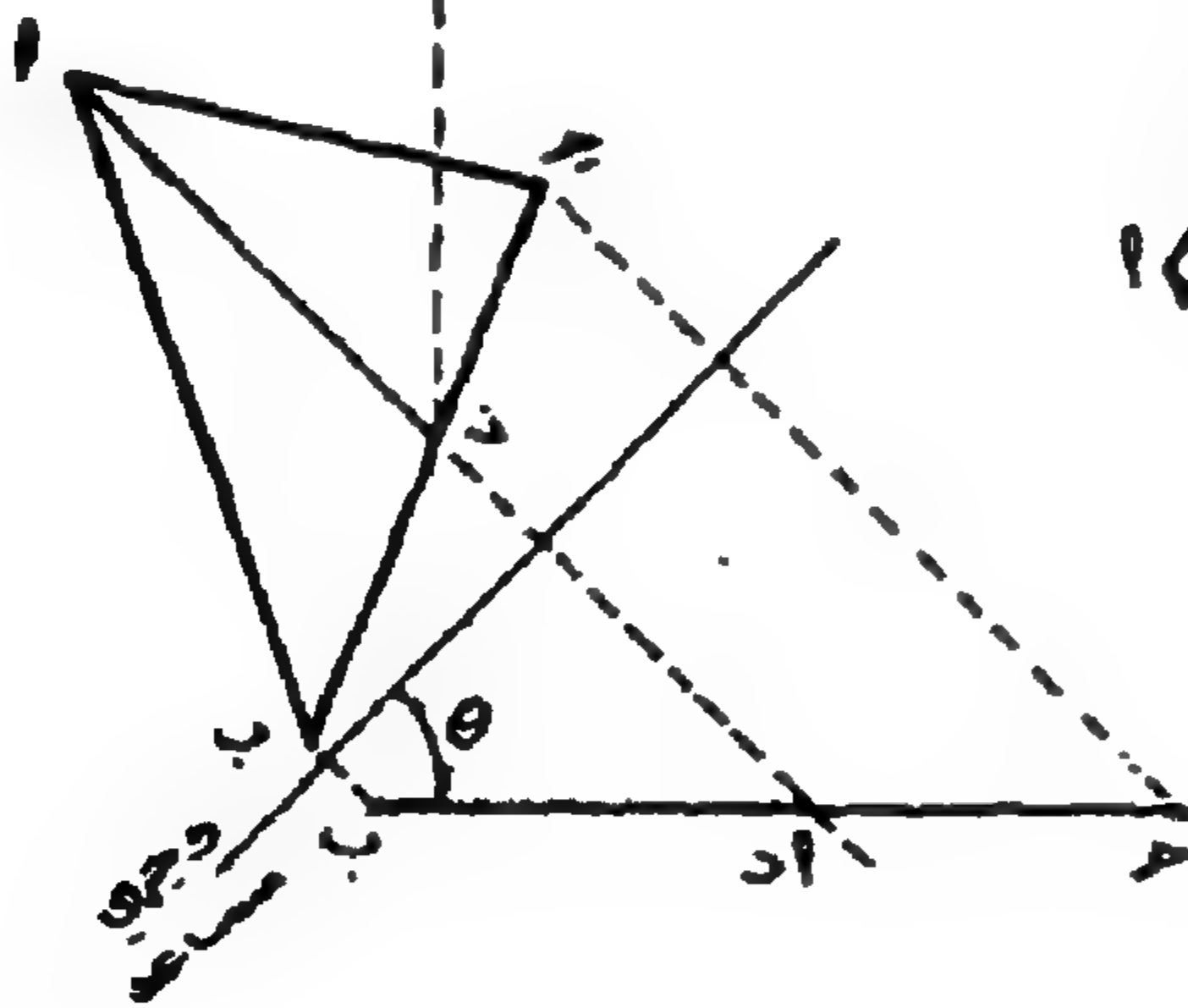
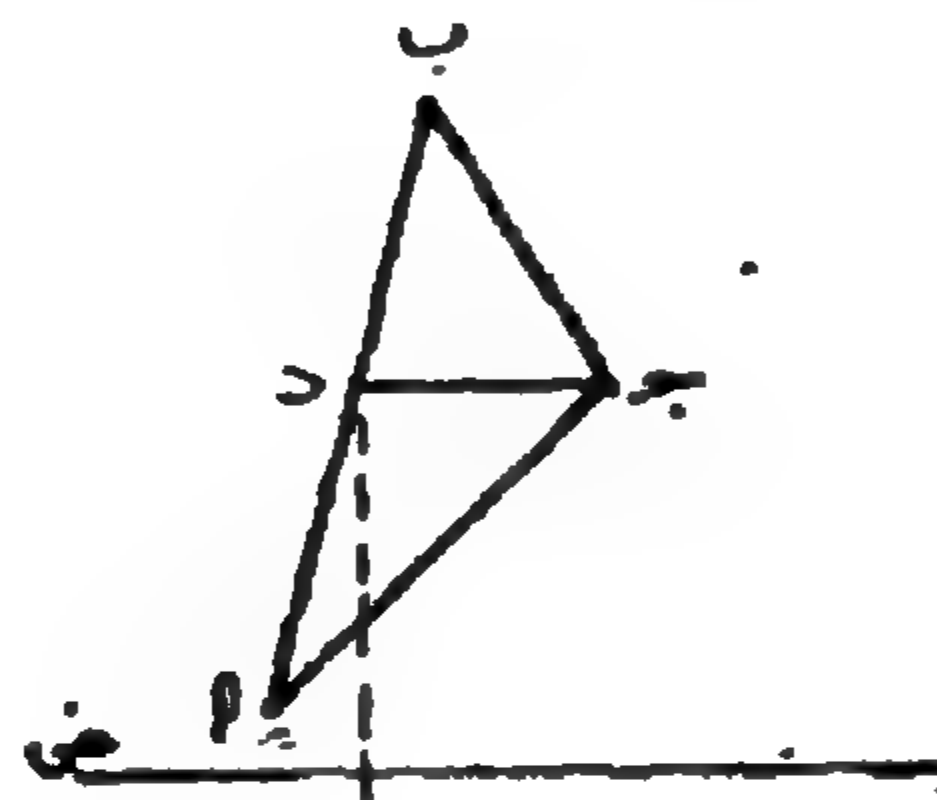
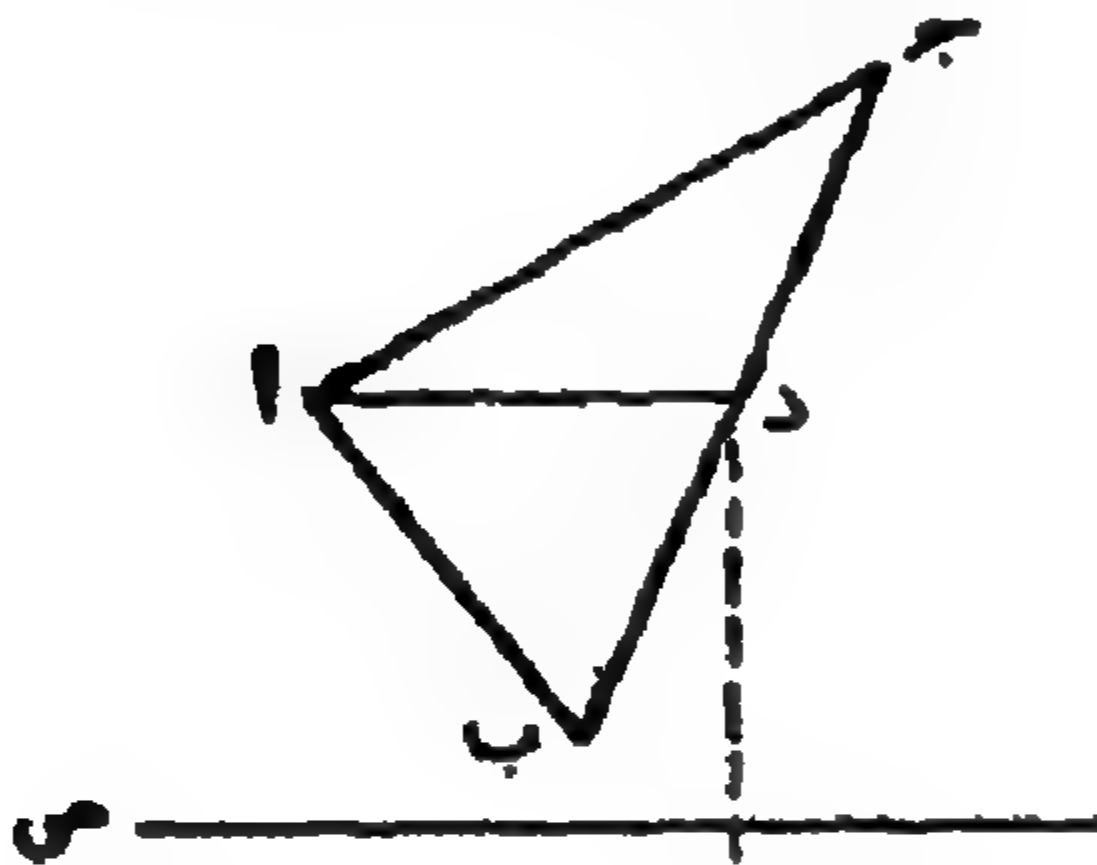
وننقل النقطة ن الى المستوى الشاقولي (المساعد الاول) ننقل البعد ل الذي يمثل بعد النقطة عن المستوى الاقبي والذي سيظهر في المستوى المساعد ، لانه كما ان المستقيمين الوجهي والاقبي متعامدان كذلك فإن المستويين الاقبي والشاقولي (المساعد) متعامدان أيضاً ،



شكل (٤٢) إسقاط مستقيم في وضع عام



شكل (٤١) إسقاط نقطة إسقاطاً مكوراً (مضاعفاً)



شكل (٤٤) الزاوية بين مستويين معلوم واحد المستويات الرئيسية للإسقاط.

شكل (٤٢) إيجاد الشكل الحقيقي لمستوي وضع عام.

ومن المعلوم ان المسقطين المتجاورين لنقطة يظهران بأبعاد متعاكسة عن مستقيم تقاطع ذينك المستويين المتجاورين للاسقاط .

مسائل محلولة

مسألة ١ - اسقاط مستقيم في وضع عام معلوم على مستو مساعد عمودي على المستوى الجانبي :

الحل : ففي هذه الحالة يجب اظهار المسقط الجانبي للمستقيم ايضا حتى يمكننا تعيين أثر المستوي المساعد والعمودي على المستوى الجانبي للاسقاط . ففي الشكل (٤٢) يلاحظ اسقاط المستقيم على هذا المستوى المساعد والموازي له حيث يظهر مسقطه بطوله الحقيقي .

مسألة ٢ - تعيين الشكل الحقيقي لمستو في وضع عام معلوم بمسقطيه :

المعلوم المثلث أ ب ج بمسقطيه الوجهي والافقي والمطلوب وجود شكله الحقيقي أي اسقاط المستوي أ ب ج على مستو يوازيه ، انظر الشكل (٤٣) .

الحل : ففي الشكل المذكور نجد مسقطي المثلث أ ب ج ولعرفة شكله الحقيقي تتبع الخطوات الآتية : -

١ - نأخذ مستقيما خاصا في هذا المستوى ، وليكن كما في هذه الحالة مثلا مستقيما وجهيا هو المستقيم ح د .

٢ - ان المسقط الوجهي لهذا المستقيم يظهر الطول الحقيقي للمستقيم .

٣ - نأخذ مستويا مساعدا بحيث يكون عموديا على المستقيم الوجهي الخاص أي ان الاثر الوجهي لهذا المستوى المساعد يكون عموديا

على المسقط الوجهي للمستقيم (لماذا ؟) .

٤ - لو اسقطنا المستقيم الوجهي ح د على هذا المستوى المساعد

لكان مسقطه نقطه (لانه مسقط مستقيم على مستو عمود عليه
يكون نقطه) .

٥ - المستوي أ ب ح المار بالمستقيم ح د ، أو كل مستو آخر يمر به
يكون عموديا على المستوي المساعد الاول (المستوي المساعد
بمستقيم عمودي على مستو عموديا على ذلك المستوي أيضا) .

٦ - باسقاط المستوي أ ب ح على المستوي المساعد الاول فانه سيكون
مسقطه خطا مستقيما (مسقط مستو على مستو عمود عليه يكون
خطا مستقيما) .

٧ - ان هذا المسقط (الخط المستقيم) هو نفسه أثر المستوي أ ب ح
على هذا المستوي المساعد الاول .

٨ - اذا اخذنا مستويا مساعدا آخر يكون عموديا على المستوي الاول
(من تعريف المستوي المساعد الثاني) وبفس الوقت موازيا
للمستوي أ ب ح ، فإن أثريهما على المستوي المساعد الاول
يكونان متوازيين (لماذا ؟) .

٩ - لو اسقطنا المستوي أ ب ح (أي أثره في المستوي المساعد الاول)
على المستوي المساعد الثاني الذي يوازيه فسيكون مسقطه
مساويا للمستوي الاصيلي أ ب ح ، وستكون كافة المستقيمات
والزوايا والمساحة مساوية لنظيراتها للمستوي الفراغي أ ب ح .
(اسقاط مستو على مستو يوازيه يكون مسقطا مشابها للمستوي
الاصيلي) .

والزوايا والمساحة مساوية لنظيراتها للمستوي الفراغي أ ب ح
(ونفس الطريقة يمكننا وجود الشكل الحقيقي للمستوي أ ب ح اذا)

فاذا اخذنا فيه مستقيما خاصا افقيا واسقطناه على مستو مساعد
شاقولي اولا ثم على مستو مساعد ثان عمود عليه . وكذلك لو
اخذنا مستقيما جانبيا في المستوي أ ب ح بحيث يظهر طوله الحقيقي
في المستوي الجانبي ، وبامكاننا اسقاط المستوي على مستو مساعد
عمود على المستوي الجانبي ونكمل المسألة حسب النقاط المذكورة .
ان النتائج التي يحصل عليها بالطرق الثلاث في المستوي المساعد

الثاني يجب أن تكون واحدة ومنطبقة على بعضها تماما .
مسألة ٢ - وجود الزوايا التي يشكلها مستو معلوم بمسقطيه مع
مستويات الاسقاط الرئيسية .

الحل : ففي الشكل (٤٤) المستوى المعلوم هو المثلث أ ب ح ولوجود
مسه على مستويات الاسقاط الرئيسية تتبع الخطوات التالية : -
١ - يؤخذ مستقيم خاص في المستوي كالمستقيم أ د الوجهي .
٢ - يؤخذ مستو مساعد عمود على المستقيم الخاص .
٣ - يسقط المستوى المعلوم أ ب ح على المستوي المساعد ، فيسقط
خطا مستقيما .

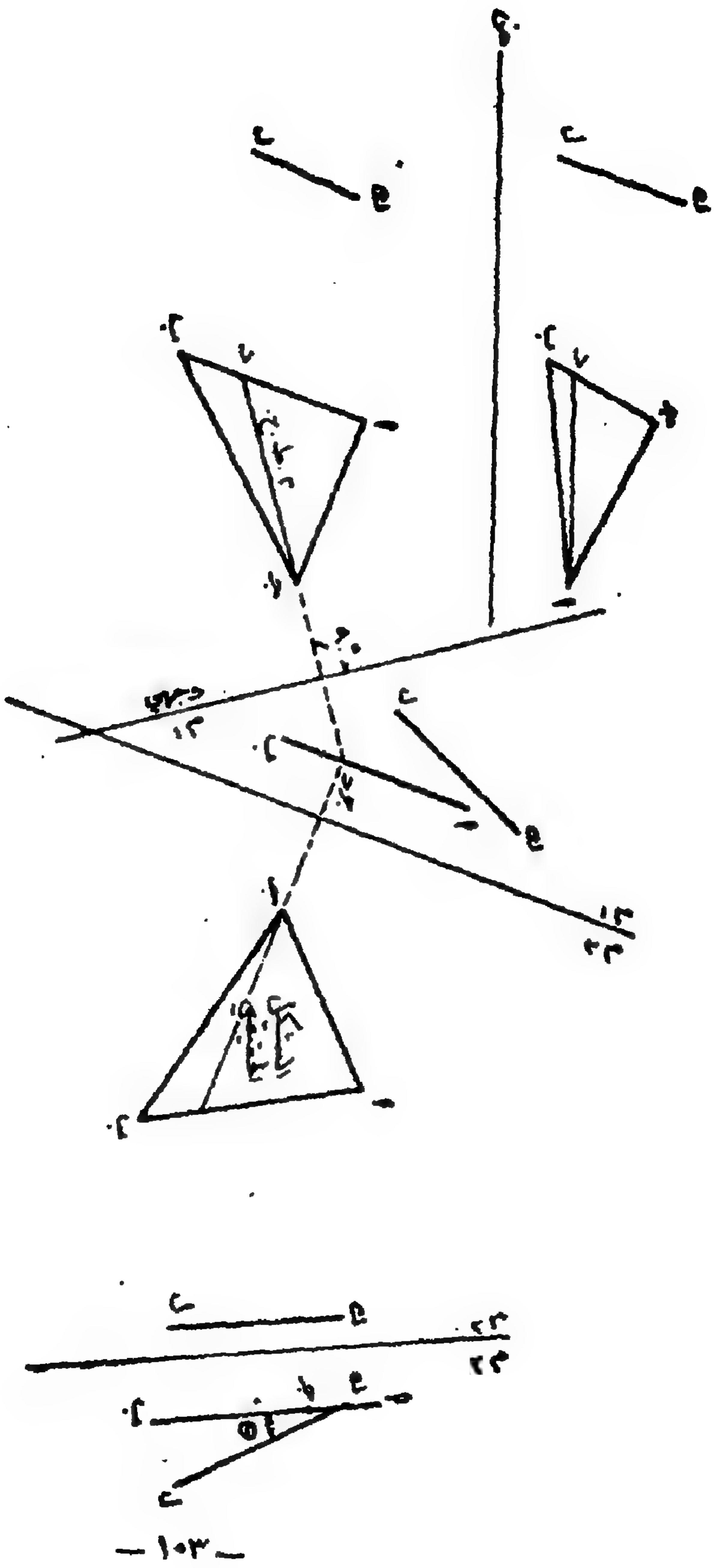
٤ - ان الزاوية المحصورة بين هذا المسقط وبين مستقيم تقاطع المستوي
المساعد والمستوي الرئيسي الذي ظهر فيه المستقيم الخاص بطوله
الحقيقي ، هي الزاوية التي يكونها المستوي المعلوم مع مستوي
الاسقاط ذاك . وفي هذه المسألة ، الزاوية هي الزاوية المحصورة
بينه وبين المستوي الوجهي للاسقاط .

٥ - وبفهم الطريقة نجد انزاوية التي يصنعها المستوي المعلوم أ ب ح
مع المستوى الاقضي للاسقاط وذلك بأز تأخذ مستقيما افقيا في
المستوي المعلوم ونسقط المستوى المعلوم على مستو شاقولي .
وكذلك نجد الزاوية بينه وبين المستوى الجانبي بواسطة مستقيم
جانبي ثم نقط للمستوي أ ب ح على مستو مساعد عمود عليه .

مسألة ٤ - لوجود الزاوية بين مستو ومستقيم معلومين .

المعلوم المستوي أ ب ح والمستقيم ك ل بمسقطيهما الافقيين
والوجهيين المطلوب وجود الزاوية بينهما .

الحل : الزاوية بين مستقيم ومستو هي الزاوية المحصورة بين
المستقيم وبين مسقطه على ذلك المستوى او هي الزاوية بين مسقط
المستقيم على مستو يوازيه وبين أثر المستوى المعلوم على المستوى
الموازي للمستقيم والذي يكون عموديا على المستوى المعلوم .



مسئله (25) الزاوية بين مستقيمين متوازيين

ففي الشكل (٤٥) المعلوم المستوي أ ب ح والمستقيم ك ل ،
ولمعرفة الزاوية بينهما تتبع الخطوات الآتية : —

١ — نأخذ مستقيما خاصا في المستوي وليكن في هذه الحالة مستقيما
وجها كالمستقيم ج د •

٢ — يظهر طول المستقيم الخاص بطوله الحقيقي في هذه الحالة في
المستوي الوجهي •

٣ — نأخذ مستويا مساعدا عموديا على مسقط المستقيم الخاص بطوله
الحقيقي ، وفي هذه الحالة ، المستوى المساعد هو مستو عمودي
على المستوى الوجهي للاسقاط •

٤ — نسقط المستوى أ ب ح على هذا المستوى المساعد فيظهر خطا
مستقيما ، أما مسقط المستقيم ك ل فيكون مسقطا لمستقيم في
وضع عام •

٥ — نأخذ مستويا مساعدا آخر يوازي المسقط المستقيم للمستوي
أ ب ح وليس لهذا المستوى المساعد علاقة مع المستقيم ك ل •

٦ — نسقط المستوي أ ب ح على المستوى المساعد فيظهر بشكله
الحقيقي (لماذا ؟) وأما مسقط المستقيم ك ل على هذا المستوي
المساعد الثاني فيظهر بوضع عام ايضا •

٧ — ان كل مستو مساعد ثالث يؤخذ عموديا على المستوى المساعد
الثاني ، سيكون عموديا على مسقط الشكل الحقيقي للمستوي
أ ب ح (لان مسقط المستوي أ ب ح هنا يوازي للمستوي المساعد
الثاني) •

٨ — لذلك نأخذ مستويا مساعدا ثالثا بحيث يوازي مسقط المستقيم
ك ل الذي ظهر في المستوى المساعد الثاني •

٩ — لو أسقطنا أ ب ح على هذا المستوى المساعد الثالث فان مسقطه
يظهر خطا مستقيما ، أما مسقط المستقيم ك ل عليه فيكون
بطوله الحقيقي (لماذا ؟) •

١٠ — ان الزاوية المحصورة بين المقتطين الاخيرين المذكورين في

الفقرة (٩) هي نفس الزاوية المطلوبة بين المستقيم المعلوم والمستوى المعلوم .

مسائل تطبيقية

مسألة ١ - المعلوم مستو محدد بثلاثة اضلاع بمسقطيه والمطلوب اظهار مساقط النقطة الواقعة في هذا المستوى بحيث تبعد ابعادا متساوية عن اضلاع المستوى .

ملاحظة : على الطالب القيام بوجود هذه النقطة وحل المسألة بالرسم وبتابع النقاط التالية :

- ١ - نأخذ مستقيما خاصا في المستوى .
- ٢ - نأخذ مستويا مساعدا عموديا على المستقيم الذي ظهر مسقطه بطوله الحقيقي .
- ٣ - نسقط المستوي المعلوم عليه فيظهر مسقطه خطا مستقيما .
- ٤ - نسقط (المستوى المستقيم) على مستو مساعد يوازيه .
- ٥ - ان مسقط المستوي المعلوم على هذا المستوى المساعد الثاني يساوي شكله الحقيقي .
- ٦ - الآن اصبح المسقط مثلثا مستويا ، وبشكله الحقيقي كما ذكرنا وأصبحت المسألة في الهندسة المستوية حيث نعين النقطة التي تبعد عن مساقط اضلاع المستوي بالتساوي .
- ٧ - نرجع هذه النقطة الى المستوي المساعد الاول ثم الى مستوى الاسقاط العمودي عليه ، ثم الى مستويات الاسقاط الاخرى ، حيث تظهر مساقط النقطة المطلوبة في المستويات الرئيسية للاسقاط .

مسألة ٢ - المعلوم ثلاثة مستقيمت متوازية والمطلوب : إيجاد مستقيم رابع يوازيها ويبعد عنها بنفس البعد .

الحل : نسقط المستقيمات على مستو مساعد بحيث يوازيها فتظهر
مساقتها بأطوالها الحقيقية • ثم نأخذ مستويا مساعدا آخر بحيث
يكون عموديا عليها ، فنسقطها عليه فتكون مساقتها عبارة عن ثلاث
نقاط مسقطية (Point view) • ان مركز الدائرة التي يمر
محيطها من هذه النقاط الثلاثة يمثل مسقط المستقيم المطلوب الذي
يكون بعده عن كل من المستقيمات الثلاثة المعلومة واحدا • الآن
نرجع هذا المسقط الى المستوى المساعد الاول ثم الى مستوى الاسقاط
الرئيسي العمودي عليه وهكذا حتى بقية المستويات الرئيسية حتى
يتميز المستقيم المطلوب بمسقطين رئيسين على الاقل •

• تمارين على المستويات المساعدة الثانوية

١ - المعلوم المستوى هـ و ز بمسقطيه والمستقيم أ ب والمطلوب وجود الزاوية بينهما •

أ (٥، ٢، ٣) ب (صفر، ١، ٧)

هـ (١، ٨، ٣) و (١٣، ٩، ٢) ز (٨، ٣، ٤)

٢ - المطلوب وجود الزوايا التي يصنعها المستوى هـ و ز في التمرين الاول مع مستويات الاسقاط الرئيسية الثلاثة • ما هو مجموع الزوايا الثلاث ؟

٣ - المطلوب معرفة احداثيات نقطة تقاطع المستقيم أ ب في التمرين الاول مع المستوى هـ و ز •

٤ - المطلوب اسقاط المستقيم أ ب في التمرين الاول على المستوى هـ و ز • هل يقع المسقط ضمن حدود المثلث ؟

٥ - اشرح بخطوات فقط وبدون ذكر اسم مستقيم أو مستو أو اسم احد المستويات الرئيسية للاسقاط ، عملية اسقاط مستقيم معلوم على مستو معلوم •

٦ - اوجد المسافة الحقيقية بين مستويين متوازيين يشكل أثراهما الاققيان ٣٠ درجة مع خط الارض ويصنع أثراهما الوجهيان ٤٥ درجة مع خط الارض اذا كانت المسافة بين نقطتي تلاقي اثريهما على خط الارض = ٣ سم •

٧ - عدد خطوات العمل المتبعة في رسم التمرين السادس •

٨ - المعلوم مستقيم في وضع عام ، والمطلوب تعيين مستو يوازيه ويبعد عنه ٣ سم • كم جواب يوجد في هذا التمرين ؟

٩ - المعلوم ثلاثة مستقيمات متوازية ، والمطلوب وجود حجم المنشور المحصور بين هذه المستقيمات بحيث يكون ارتفاعه ٣ سم •

١٠ - في التمرين التاسع مثل المستقيم الذي تساوى أبعاده عن المستقيمات المعلومة الثلاثة •

١١ - المعلوم مستويان متوازيان بأثارهما • مثل مستقيما يتساوى بعده عنهما •

١٢ - المعلوم مستو شاقولي بمسقطيه ومستو عمودي على المستوى الوجهي بمسقطيه أيضا • أوجد الزاوية بينهما • ما هي ملاحظاتك واستنتاجاتك ؟

١٣ - المعلوم المستويان ب ح د ، ن ح د بمساقطهما ، والمطلوب وجود الزاوية بينهما • ما هي اقصر الطرق للحصول على الجواب ؟

١٤ - المعلوم النقطة هـ (٢ ، ٣ ، ٣) والمتوازي الاضلاع ك ل م ن

ك (١ ، ٢ ، ٣) م (٥ ، ١ ، ١)

ل (٤ ، ٢ ، ٣) ن (٢ ، ١ ، ١)

والمطلوب امرار مستقيم بالنقطة هـ على ان يكون :

١ - عموديا على المستوي ك ل م ن ٢ - موازيا للمستوي المذكور

٣ - يصنع ٣٠ درجة مع المستوي • بين ملاحظاتك في كل

حالة من الحالات المذكورة •

١٥ - المعلوم المستقيم أ د والنقطة ل بإحداثياتها كالاتي : -

أ (١ ، ٤ ، ٤) د (٥ ، ١ ، ١) ل (٦ ، ٢ ، ٢) •

والمطلوب ١ - امرار مستقيم بالنقطة ل على ان يوازي المستقيم

المعلوم • (٢) وجود المسافة بين المستقيمين المتوازيين • (٣) تمثيل

مستقيم يوازيهما ويبعد عنهما بنفس المقدار • (٤) تمثيل مستقيم

يوازيهما ويبعد عن احدهما ٣ سم وعن الآخر ٤ سم •

١٦ - المعلوم المضلع خ ض ر بإحداثيات نقاطه ، والمطلوب وجود

١ - زوايا ميله مع مستويات الاسقاط الرئيسة ٢ - شكله

الحقيقي وحساب مساحته •

خ (٢ ، ١ ، ٤) ض (صفر ، ٣ ، ٥) ر (٦ ، ١ ، ٤)

١٧ - المعلوم المستقيم أي الذي يصنع ٩٠ مع المستوي الوجهي ، اذا

كانت أ (٨ ، ١ ، ٢) وتبعد النقطة (ي) عن كل من المستويين

الافقي والجانبى خمسة متتمرات ، والمطلوب ١ - وجود طول

المستقيم أ ي ٢ - تمثيل مستقيمين موازيين للمستقيم المعلوم
وطول كل منهما = ٤ سم ، ويبعدان عن المستقيم المذكور وعن
بعضهما ٣ سم .

١٨ - المعلوم مستويان يساقطهما ، احدهما عمودي على المستوى
الجانبى ، والمطلوب وجود الزاوية بينهما . وضح الرسم واذكر
خطوات العمل بصورة واضحة وما هي اهم استنتاجاتك ؟

الفصل الثامن

الخطوط والمنحنيات والسطوح

الخطوط :

سوف لا نطيل البحث في هذا الموضوع قدر المستطاع وسنحصر كلامنا في بعض الحالات الخاصة للخطوط والمنحنيات المستوية والفراغية وعن كيفية تمثيلها . فلتتمثيل الخط نرانا في حاجة الى معرفة عدة نقاط فيه ، فبتمثيلها ووصل بعضها يتكون مسقط الخط . وقبل التقدم في الموضوع يستحسن ان نذكر الطالب ببعض المعلومات التالية : -

الخط هو المحل الهندسي لنقطة متحركة في الفراغ بحركة معينة ويقسم الخط الى ثلاثة أقسام :

١ - الخط المستقيم وهو حركة نقطة في اتجاه معين ، فان المحل الهندسي لاضاعها يكون خطا مستقيما .

٢ - الخط المنكسر وهو عبارة عن عدة مستقيميات ملتقية ببعضها ، او هو حركة نقطة باتجاهات متتالية تتغير بين حين وآخر .

٣ - الخط المنحني وهو الناتج من تغير اتجاه حركة نقطة ما باستمرار . المنحنيات ، وتقسم الى قسمين : اولهما المنحني المستوي وتشمل الدائرة والقطع الناقص والقطع المكافئ والطرزون المستوي ومنحنيات الجيب والظل والقاطع والى آخره .

فالدائرة هي حركة نقطة في مستو بحيث يكون بعدها عن نقطة ثابتة (تسمى المركز) ثابتا دائما .

اما القطع الناقص فهو الخط الناتج من حركة نقطة في مستو أيضا بحيث يكون مجموع بعدها عن نقطتين ثابتتين معلوما وثابتا .

بينما القطع المكافئ هو المحل الهندسي للنقاط التي يكون بعدها عن مستقيم ثابت يساوي بعدها عن نقطة ثابتة وفي جميع اوضاع تلك النقاط المتحركة في مستو .

والنوع الثاني من المنحنيات هو المنحني الفراغي أي ان النقطة لا تقع كلها في مستو واحد كالمنحنيات المستوية . ويدعى المنحني فراغيا أو مضاعف الانحناء أو ملتويا كما في الحلزونية الاسطوانية أو الكروية أو المخروطية او غيرها .

فالنقطة المتحركة في الفراغ والتي يكون بعدها ثابتا عن نقطة معلومة تولد لنا الكرة ، اما النقطة المتحركة في الفراغ حين يكون بعدها عن نقطة ثابتة يساوي بعدها عن مستقيم ثابت فانها تولد القطع المكافئ الفراغي .

المستقيم المماس للمنحني :

هو المستقيم القاطع للمنحني بنقطتين منطقتين او متقاربتين من بعضهما قريبا لا نهائيا . واذا رسمنا من نقطة التماس مستقيما عموديا على المماس وفي مستوى المنحني يسمى ذلك المستقيم عمود المنحني ففي الدائرة مثلا عمودي المنحني من نقطة في محيطها يمر بمركز الدائرة . ويسمى المستوى المار بالمماس من نقطة التماس المستوى المماس للمنحني .

بعض خواص المنحنيات عند اسقاطها :

واهم هذه الخواص هي : -

- ١ - لا تتغير درجة المنحني عند الاسقاط ، فالمنحني الذي من الدرجة الثانية يكون مسقطه على مستو من الدرجة الثانية ايضا .
- ٢ - اذا قطع مستقيم منحني في عدة نقاط فان مسقط ذلك المستقيم على مستو ما يقطع مسقط المنحني على ذلك المستوى في نفس العدد من النقاط والتي هي مساقط النقاط على المنحني .

٣ - مسقط المستقيم المماس لمنحن على مستو ما يمس مسقط المنحني في نقطة تناظر نقطة التماس .

السطوح :

تكون السطوح من حركة مستقيم حسب قانون او نظام معينين ، فسطح الاسطوانة ينشأ من حركة مستقيم او دوران مستقيم آخر يوازيه يدعى محور الاسطوانة ، و سطح الدائرة يتولد من دوران مستقيم في مستو حول نقطة ثابتة . و سطح الكرة يتولد من حركة مستقيم في الفراغ حول نقطة ثابتة هي مركز الكرة وهكذا . ويمكن تعريف السطح بأنه مجموعة نقاط موزعة باتجاهين بينما نقاط المستقيم موزعة في اتجاه واحد ونقاط الاشكال الفراغية موزعة في ثلاثة اتجاهات .

وتقسم السطوح الى قسمين : اولهما السطوح الهندسية وهي التي يمكن تحديد شكلها طبقا لقوانين رياضية خاصة كسطح الكرة والمخروط والسطوح الحلزونية وغيرها . وثانيا السطوح غير المنتظمة ، وهي التي لا تتبع قانونا او نظاما رياضيين في تحديد شكلها كالسطوح الطبوغرافية التي تمثل قطعة ارض على الطبيعة وتظهر فيها الارتفاعات والجبال والبحيرات والوديان وغيرها .

وستترك بحث السطوح الطبوغرافية في فصل قادم ، اما السطوح الهندسية فتقسم الى قسمين رئيسيين : -

١ - السطوح المسطرة وهي التي تتكون من حركة مستقيم يسمى الراسم المستقيم او الدليل .

٢ - السطوح المزدوجة الانحناء وتتكون من حركة خط منحني ، يسمى الراسم المنحني . ويقسم القسم الاول الى نوعين ايضا ، اولهما السطوح المسطرة القابلة للأفراد (اي التي يمكن فتحها على سطح مستو) وثانيهما السطوح المسطرة الشمالية وهي التي يصعب افرادها .

وتقسم السطوح المسطرة القابلة للأفراد الى نوعين : النوع الاول،
كثيرات السطوح وهي التي تكون اوجها مستويات كالمنشور والهرم
وموازي المستطيلات ، والنوع الثاني ، السطوح ذات الانحناء البسيط
كالاسطوانة والسطح المخروطي والسطح الملتف القابل للفتح أو
الاستواء .

اما السطوح المسطرة الشمالية فتشمل السطح ذا الطية الواحدة
والسطح الزائدي والسطح المكافيء الزائدي والسطوح اللولبية وغيرها،
ويكون الراسم فيها في وضعين مختلفين غير متوازيين او متقاطعين بعكس
الانواع الاخرى من السطوح اذ يجب ان يكون الراسم في وضعين
مختلفين ، إما متوازيين كالاسطوانة وسواها او متقاطعين كالمخروط
واضرابه .

السطوح المزدوجة الانحناء ، ومن امثلتها الكرة والسطح الناقص
والمكافيء الزائدي ذو الطيتين والسطح الحلقي وغيرها .
فالكرة تتكون مثلا من دوران دائرة حول احد اقطارها .
والسطح الناقصي يتولد من دوران القطع الناقص حول احد
محوريه ، فاذا كان حول المحور الكبير يتكون السطح الناقص المستطيل
وهذا هو المعروف والشائع ، أما الثاني فينتج السطح الناقصي المفلطح .
ويتكون السطح المكافيء من دوران قطع مكافيء حول محوره .
ويتكون السطح الزائدي ذو الطيتين من دوران قطع زائد حول
محوره .

وتتكون الحلقة من دوران دائرة حول محور ليست متماثلة
بالنسبة له .

ومن الصعب افراد هذه السطوح بصورة نظرية ، وقد تستعمل
بعض الطرق التقريبية اذا اريد فتحها .

اما السطوح اللولبية او الحلزونية فتتكون من حركة خط حلزوني
حول مستقيم ثابت ، والحركة اللولبية هي حركة دوران حول محور
ثابت اضافة الى حركة منتظمة باتجاه المحور (المستقيم الثابت) .

واخيرا ، السطوح الدورانية وهي التي تتكون من حركة خط (منحن او مستقيم) حول مستقيم ثلث يسمى الدوران ، ويسمى الخط راسم السطح . ومن امثلة السطوح الدورانية : السطوح المستوية ، والسطوح ذات الانحناء البسيط ، السطوح المعوجة والسطوح ذات الانحناء المزدوج وينبثق في طرق اسقاط وبسط السطوح المهمة في الفصول القادمة .

تمارين على الخطوط والمنحنيات والسطوح

- ١ - ارسم مخروطا ارتفاعه ٦ سم وقطر قاعدته ٤ سم . اقطع هذا المخروط بمستوا افقي اولا ثم بمستوا شاقولي ثم بمستوا مائل فوق القاعدة . ماذا يتكون في كل من الحالات هذه ؟
- ٢ - ارسم المساقط الرئيسة للنصب التذكاري للجندي المجهول . ما نوع سطوحه ؟ أي نوع من الخطوط يمكن رسمها على سطوحه ؟
- ٣ - المطلوب رسم المساقط الرئيسة للملوية (الآثار الموجودة في سامراء) بمقياس مناسب .
- ٤ - ارسم قطعاً ناقصاً طول محوره الكبير ١٤ سم ومحوره الصغير ٨ سم ، ثم جد مساحته . ما نوع السطح الناتج من دوران القطع هذا حول محوره الكبير ؟
- ٥ - اذا كانت النقطة أ واقعة على محيط دائرة نصف قطرها = ٣ سم وواقعة في مستوا افقي يبعد ٨ سم عن المستوى الافقي للاسقاط ، فما هو السطح المتولد من حركة المستقيم ب أ اذا بقى موازيا لنفسه في كل حالة من الحالات الآتية :
 - ١ - ب أ مستقيم في وضع عام .
 - ٢ - ب أ مستقيم وجهي .
 - ٣ - ب أ ! مستقيم شاقولي .

الفصل التاسع

الاجسام الهندسية

سنقتصر بحثنا في هذا الفصل على بعض الاجسام الهندسية ذات السطوح المستوية والمنحنية المنتظمة كالمكعب والمنشور والهرم والاسطوانة والمخروط . ان قسما من هذه الاجسام قد مر بنا ولو بصورة مختصرة سواء في الدراسة الثانوية أو في الاسقاط العمودي في الرسم الهندسي . لذا سنوجز الموضوع قدر المستطاع لضيق الوقت بالنسبة للطلاب ونقسم هذه الاجسام الى قسمين : اولهما الاجسام ذات السطوح المستوية كالمشور والثاني الاجسام ذات السطوح المنحنية البسيطة كالمخروط والاسطوانة اما الكرة فستبحث بصورة سريعة في القسم الثاني وسنحل قليلا من المسائل المتعلقة بها فهي من السطوح التي يكون افرادها صعبا نسبيا .

القسم الاول — كثيرات السطوح المستوية

كثير السطوح : هو الجسم الذي يحده من جميع جهاته سطوح مستوية تسمى بأوجه الجسم وتتقاطع مع بعضها في مستقيمات تدعى احرف الجسم وتسمى نقط تلاقي ثلاثة اوجه او ثلاثة احرف برؤوس الجسم ويقال للزاوية المحصورة بين حرفين من اي وجه انها زاوية الوجه المستوية .

اما الزاوية المحصورة بين ثلاثة مستويات او اكثر فتدعى الزاوية المجسمة ومن المعلوم ان كل زاوية مجسمة يكون مجموع زوايا الواجه فيها اصغر من اربع زوايا قائمة . ويكون الجسم قائما اذا كان محوره عموديا على قاعدته ومائلا اذا كان مائلا على القاعدة . اما ارتفاع الجسم فهو البعد العمودي المحصور بين القاعدتين في المنشور والاسطوانة مثلا

دين الرأس والقاعدة كالمخروط .

كثيرات السطوح المنتظمة : وتكون اوجها مضلعات منتظمة

ومتساوية واهم هذه الاجسام هي : -

١ - كثير السطوح ذو اربعة الوجة المنتظم وهو الهرم الثلاثي القائم
واوجهه هي مثلثات متساوية الاضلاع .

٢ - كثير السطوح ذو ستة الوجة المنتظم وهو المكعب ، واوجهه
مربعات .

٣ - كثير السطوح ذو ثمانية الوجة المنتظم واوجهه مثلثات متساوية
الاضلاع .

٤ - كثير السطوح ذو الاثنى عشر وجها المنتظم واوجهه مضلعات
منتظمة .

٥ - كثير السطوح ذو العشرين وجها المنتظم واوجهه مثلثات متساوية
الاضلاع .

فمن الوجة الهندسية يستفاد من النوعين الاولين وخاصة المكعب
وخواصه اما الانواع الاخرى من كثيرات السطوح فيستفاد منها في
خواص البلورات كما في الكيمياء وفي الجيولوجيا وغيرها .

عدد الاحرف والزوايا في كثيرات السطوح

يمكن معرفة عدد الاحرف في كثير السطوح من المعادلة الآتية :

$$ح + ٢ = ر + ج$$

حيث ان ح هي عدد الاحرف ، ر وعدد الرؤوس ، ج عدد الوجة .
اما عدد الزوايا المستوية فيساوي ضعف عدد الاحرف وعدد الزوايا
المجسمة فيساوي عدد رؤوس الجسم .

المنشور : - يتكون المنشور من حركة مستقيم يوازي نفسه وذلك

بأن يكون احد طرفيه على مضلع . يسمى السطح الناتج من هذه
الحركة بالسطح المنشوري ويسمى المستقيم بالراسم ، اما المضلع فيدعى

دليلا . ويحدد المنشور بمستويين متوازيين هما قاعدته ، وقد يكون المنشور قائما او مائلا حسبما تكون احرفه ومحوره بالنسبة للقاعدة . ويسمى منتظما اذا كانت قاعدته مضلعين منتظمين . ويسمى المنشور اذا كانت كل من قاعدتيه متوازي اضلاع بمتوازي السطوح ، اما اذا كانت كل اوجه المتوازي السطوح قائمة على بعضها وكانت القاعدتان مستطيلين ، دعي بمتوازي المستطيلات ، اما المكعب فهو متوازي مستطيلات ذو اوجه مربعة .

الهرم :- هو السطح المتكون من حركة مستقيم راسم بحيث يرتكز اثناء حركته على مضلع دليل ويمر هذا المستقيم بنقطة ثابتة تدعى رأس الهرم .

ويحدد الهرم مستوي يقطع السطح الهرمي في قاعدة الهرم . ويمكن تصويره بأنه كثير السطوح قاعدته مضلع اما اوجهه الاخرى فهي مثلثات تلتقي في رؤوسها بنقطة واحدة واقعة خارج مستوي المضلع . وتدعى اوجه الهرم بالاجه الجانبية ، ويكون الهرم قائما منتظما اذا كانت قاعدته مضلعا منتظما مركزه هو المسقط الشاقولي لرأس الهرم على القاعدة ويدعى الهرم ناقصا اذا قطع بمستوي يوازي قاعدته ويحذف منه الجزء الذي يحتوي على رأس الهرم فيكون للهرم حينذاك قاعدتان متوازيتان .

امثلة على كثيرات السطوح

مثال ١ - المطلوب اظهار مساقط هرم رباعي منتظم قائم بحيث ينطبق احد اوجهه الجانبية على المستوى الاققي : -

الحل : -

- ١ - نرسم مسقطي الهرم حيث تنطبق القاعدة على المستوى الاققي كما في الشكل (٤٦) •
- ٢ - ندور الجسم حول احد اضلاع القاعدة وليكن أ ب حتى ينطبق الوجه أ ب هـ على المستوى الاققي ومن ثم نأخذ المسقط الوجهي للمستوى المذكور الوضع المبين في الشكل المذكور •
- ٣ - يعين بعد ذلك المسقط الاققي للهرم لان ابعاد المساقط الاقعية لرؤوس الشكل لم تتغير عن خط الارض بعد الدوران •

مثال ٢ - المطلوب تمثيل هرم سداسي منتظم قائم ، يميل احد اوجهه الجانبية ٣٠ درجة على الافق ويميل ضلع قاعدته بزاوية ٤٥ درجة على المستوى الجانبي •

الحل : -

- ١ - نرسم المسقطين الوجهي والاققي للهرم بشرط ان تقع قاعدته في المستوى الاققي وهذه هي ابسط الاوضاع •
- ٢ - الان نسقط الهرم على مستو مساعد يكون ٣٠ درجة مع احد اوجهه الذي ظهر خطا مستقيما في المسقط الوجهي ، فنحصل على مسقط اققي مساعد ، يظهر فيه ميل الوجه •
- ٣ - ثم نسقط على مستو مساعد ثان يشكّل ٤٥ درجة مع ضلع القاعدة الذي ظهر بطوله الحقيقي في المسقط المساعد الاول فيتعين المسقط الراسي المساعد للهرم وهو التمثيل المطلوب •

مثال ٢ - المطلوب تمثيل منشور ثلاثي منتظم ، احرفه توازي المستوى الوجهي وتكون ٣٠ درجة مع الافق واحد اضلاع قاعدته يصنع ٤٥ درجة مع المستوى الوجهي .

الحل : -

لتمثيل المنشور في الوضع المطلوب تتبع الخطوات التالية : -
١ - نجعل احد احرف المنشور في المسقط الوجهي يشكل ٣٠ درجة مع خط الارض (راجع تمثيل المستقيم الوجهي) ونرسم خطا عموديا عليه يمثل اتجاه المسقط الوجهي لقاعدة المنشور .
نعتبر ذلك الاتجاه مستقيم تقاطع مستو مساعد عمودي على المستوى الوجهي .

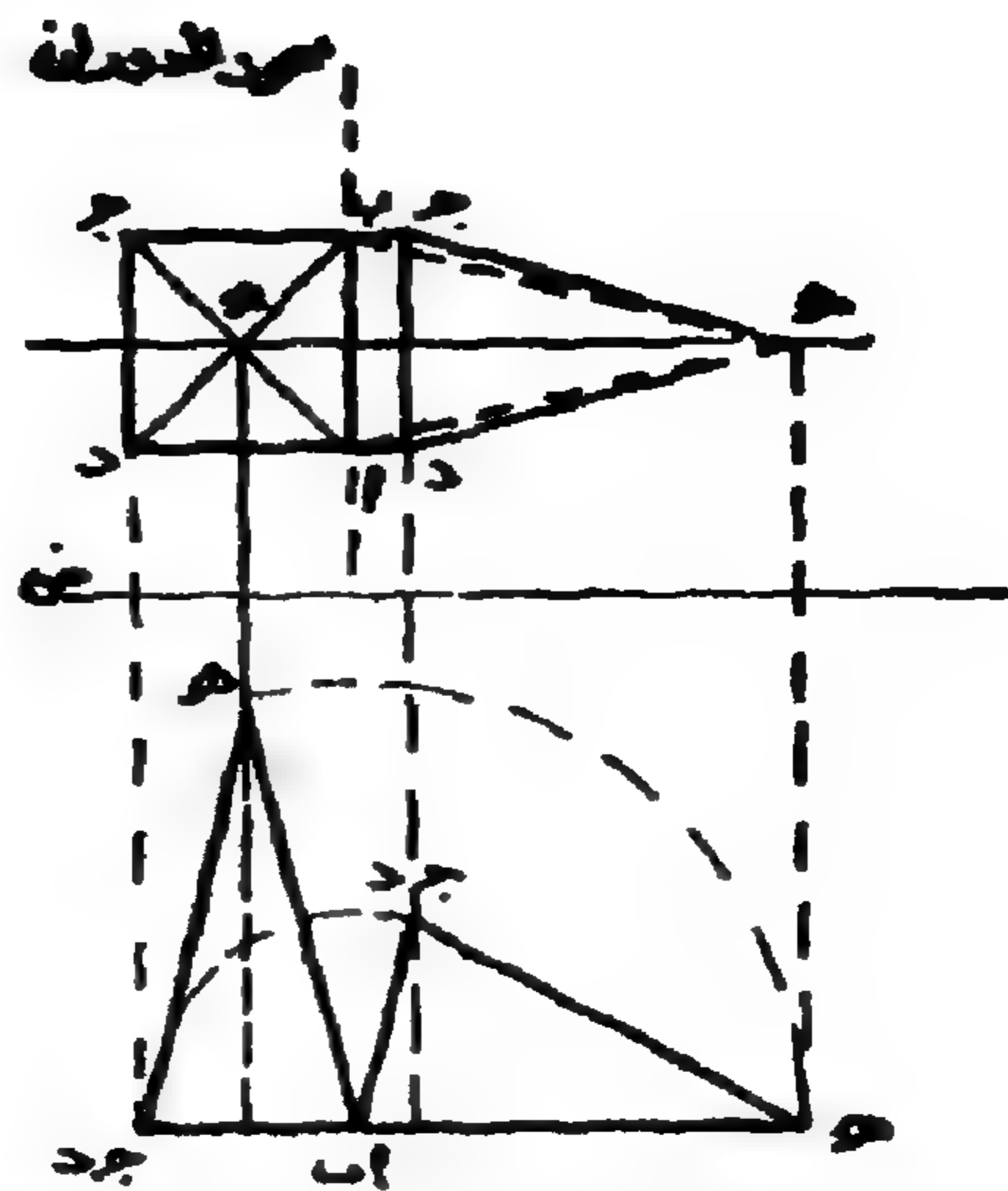
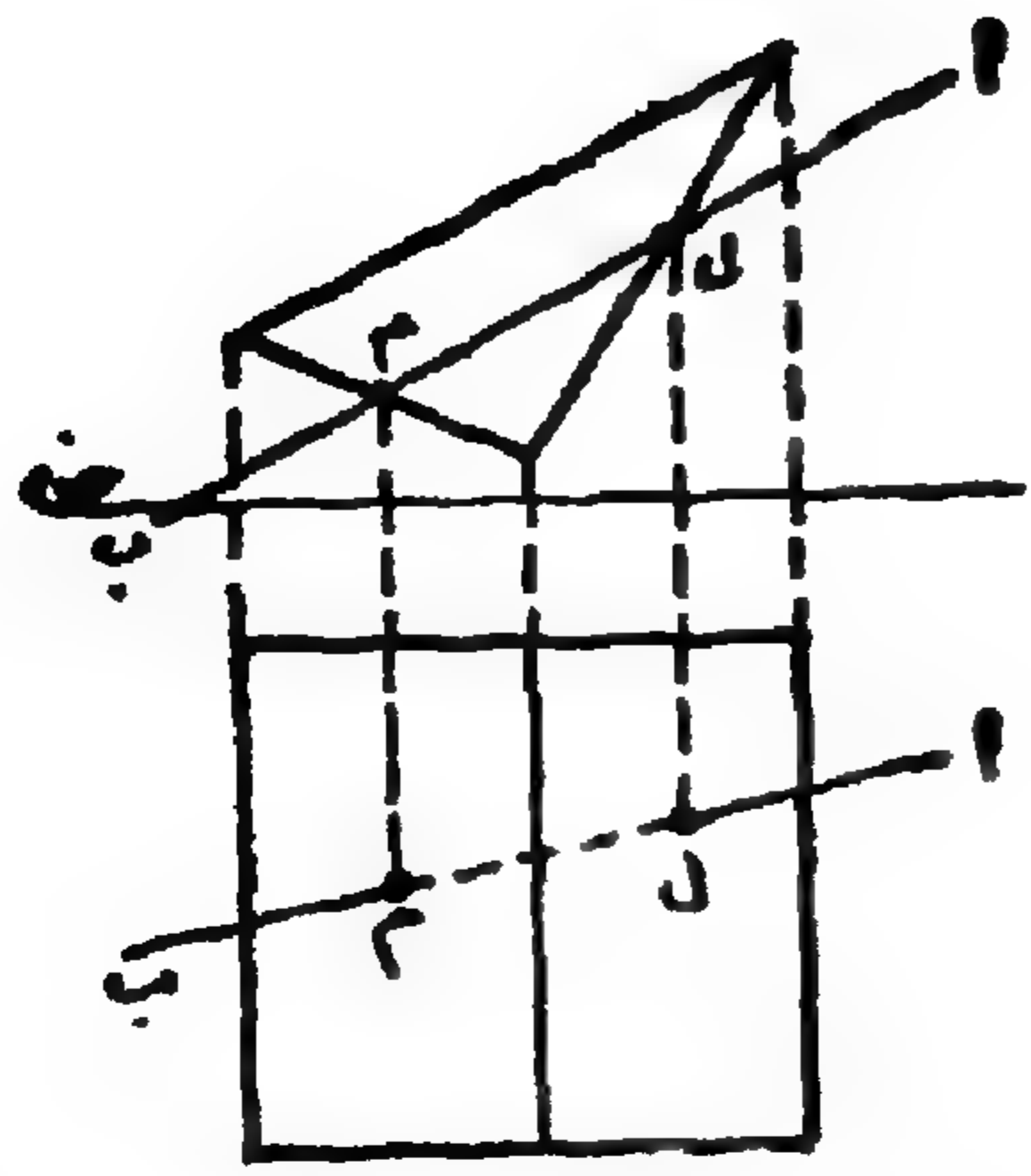
٢ - لو اسقطنا القاعدة على المستوي المساعد الاول لظهر مسقطها شكلا حقيقيا لها ، أي مثلثا متساوي الاضلاع ، نرسم هذا المثلث بحيث يصنع احد اضلاعه ٤٥ درجة مع مستقيم تقاطع المستويين (المساعد والوجهي) .

٣ - نرسم من رؤوس المثلث اعمدة على مستقيم التقاطع المذكور فتكون هذه الاشعة هي الاتجاه الذي سيحدد المساقط الرئيسية للاحرف .

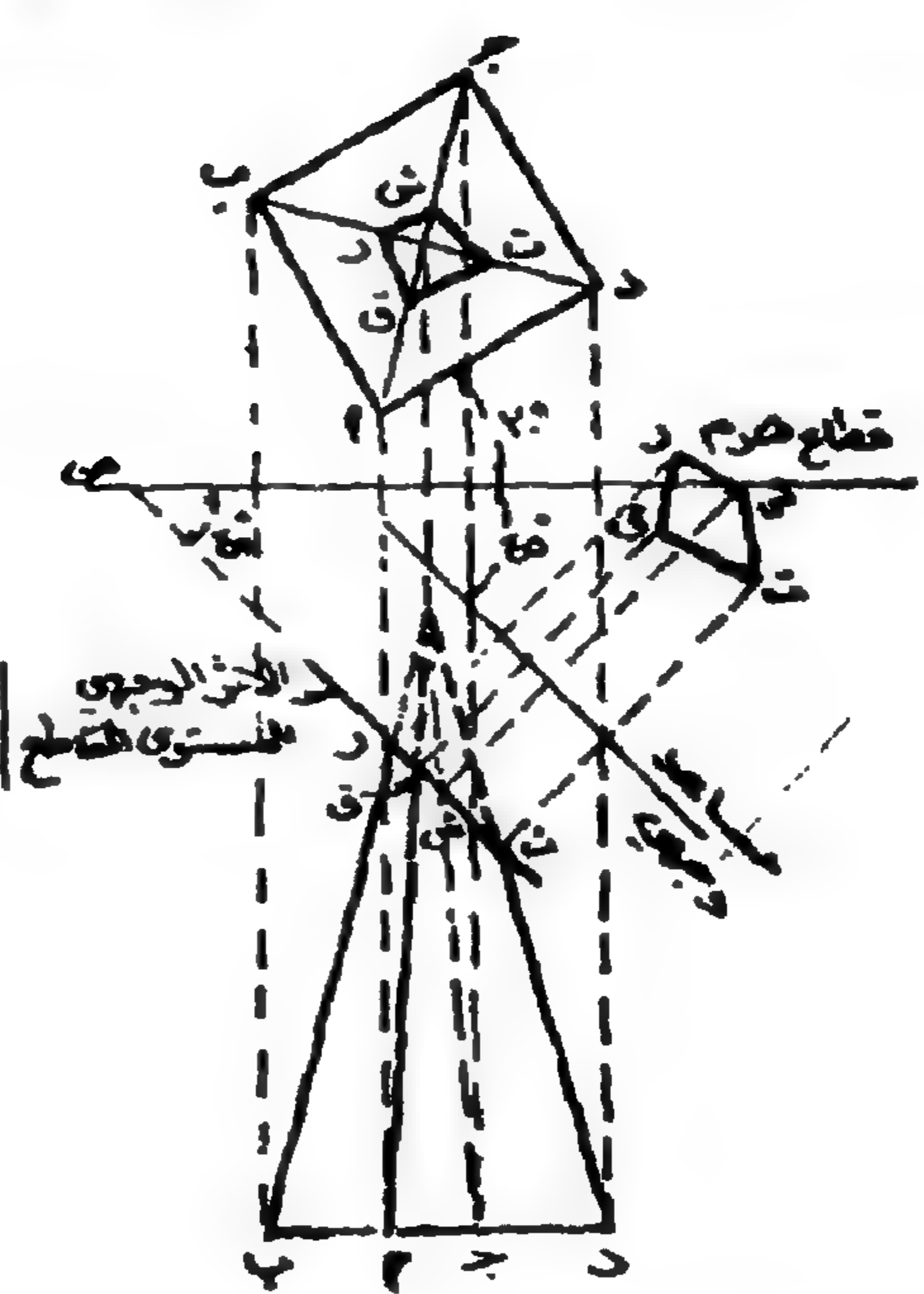
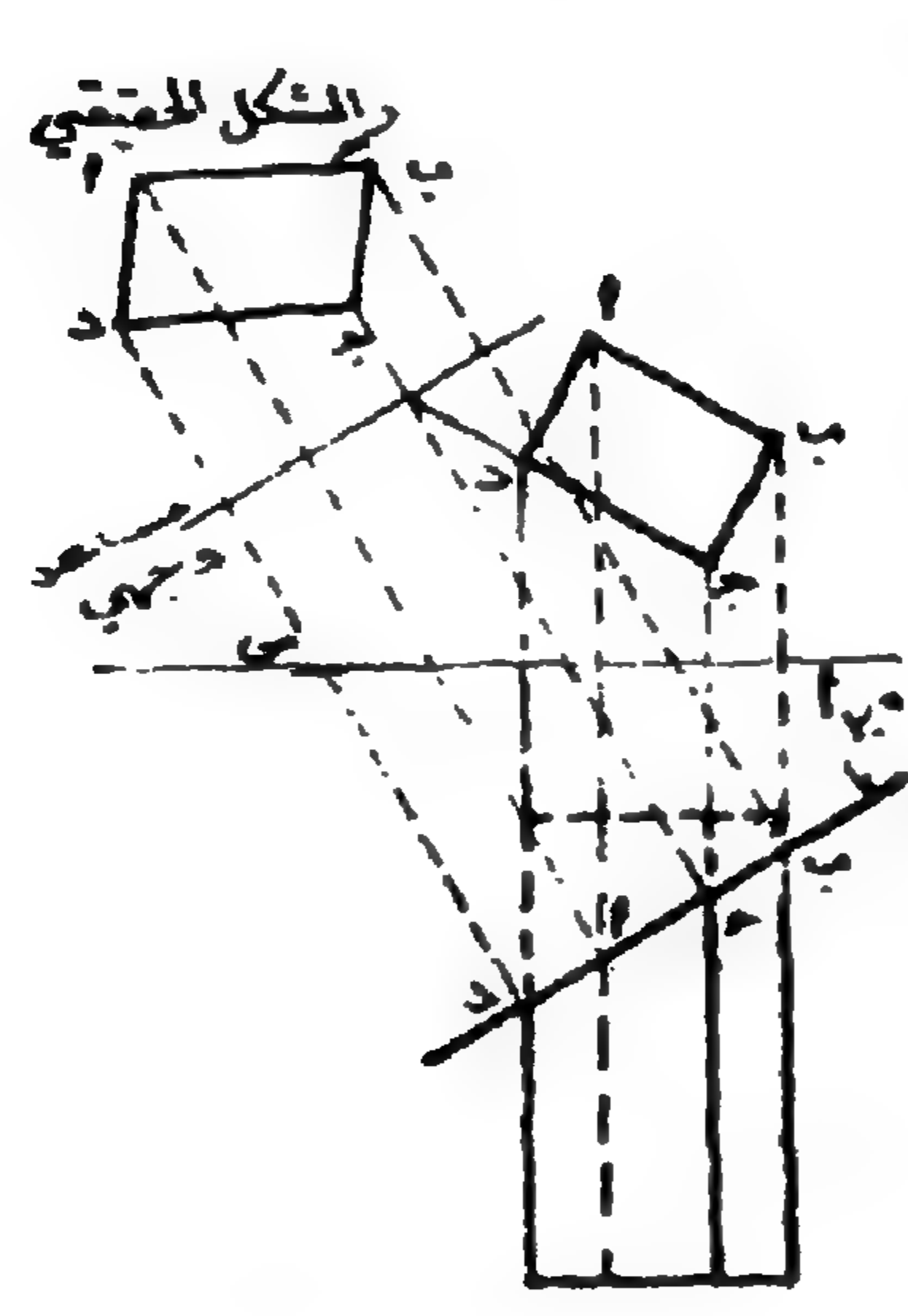
ان المساقط الافقية لهذه الاحرف تكون موازية لخط الارض .
وتبعد عنه بمقدار المسافات الشاقولية بين رؤوس المثلث والمستوي المساعد .

نقطتا تقاطع مستقيم مع كثير السطوح

لتمين نقطتي تقاطع مستقيم معلوم مع كثير السطوح ، نمرر مستويا مساعدا بالمستقيم فيقطع هذا المستوي الجسم المعلوم في مضع . وتكون نقطتا تقاطع المستقيم مع محيط المضلع هنا النقطتان المطلوبتان . . من الاحسن ان يكون المستوي المساعد افقيا او شاقوليا قدر المستطاع .



شكل (٤٦) تمثيل هرم رباعي منتظم (١) مستقيم يقطع منشورًا ثلاثيًا.



(ب) القطاع الناتج من قطع منشور
بمستوى مائل مع الأفق ٥٢ درجة
شكل (٤٧) مساهل على المنشور

شكل (٤٨) اظهار قطاع هرم
شكله الحقيقي.

ففي حالة تقاطع مستقيم معلوم مع منشور نمرر بالمستقيم مستويا
مساعدا بحيث يوازي احرف المنشور وفي الحالة يقطع هذا المستوي
سطح المنشور في رأسين وتكون هطتا تقاطعهما مع المستقيم المعلوم هما
النقطتان المطلوبتان .

مثال :- المعلوم منشور ثلاثي منتظم قائم ومستقيم بمسقطيه ،
والمطلوب وجود تقطعي تقاطع المستقيم بالمنشور .
ففي الشكل (٤٧ أ) ، نأخذ مستويا شاقوليا مساعدا يمر بالمستقيم
المعلوم فينطبق اثره الافقي على المسقط الافقي للمستقيم المعلوم . ان
الاثر الافقي لهذا المستوى المساعد يقطع قاعدة المنشور ، في مسقطها
الافقي ، بنقطتين هما المسقطان الافقيان لرأسين شاقولين ، وان هذين
الرأسين يقطعان المسقط الوجهي للمستقيم المعلوم في المسقطين الوجهيين
للتقطتين المطلوبتين ، اما مسقطاهما الافقيان فينطبقان على المسقطين
الافقيين الرأسين ، والنقطتان هما ل ، م .

القطاعات المستوية في الاجسام

اذا قطع جسم ما بمستو فان السطح الناتج من القطع والواقع في
المستوي القاطع يسمى قطعا مستويا . واذا قطع الجسم بمستو افقي
فان الشكل الحقيقي للقطاع يظهر في المسقط الافقي للجسم وكذلك اذا
قطع الجسم بمستو وجهي فان الشكل الحقيقي للقطاع يظهر في المسقط
الوجهي للجسم وكذلك اذا قطع بمستو جانبي فان مسقط شكله الحقيقي
يظهر في المستوى الجانبي للاسقاط .

واذا كان المستوى القاطع عموديا على احد مستويات الاسقاط
ومائلا بالنسبة للآتين الآخرين ، فانه من السهل معرفة مساقط القطاع
وتعين شكله الحقيقي باسقاط القطاع على مستو مساعد يوازيه ويوازي
القاطع .

واذا كان المستوى القاطع مائلا على مستويات الاسقاط فيمكن

الحصول على مساقط القطاع وذلك بتعين نقطة تقاطع المستوي المائل في الوضع العام مع احرف الجسم ، ثم فصل بين هذه النقطة فيكون محيط القطاع ، او قد نستعين بمستوى مساعد عمود على المستوي القاطع فيظهر مسقط القطاع خطا مستقيما وبواسطته يمكن الحصول على المساقط الاخرى والشكل الحقيقي . راجع الشكل (٣٩) في الفصل السابع .

مثال : - المعلوم متوازي مستطيلات قائم وقاعدته افقية ، المطلوب رسم مساقطه والشكل الحقيقي للقطاع الناتج من قطع الجسم بمستوى عمودي على المستوي الوجهي ، ويكون ٣٠ درجة مع الافق .

الحل : -

ففي الشكل (٤٧ ب) تتبع الخطوات التالية : -

- ١ - رسم المسطتين الوجهي والافقي للمنشور ، او الوجهي والجانبية .
- ٢ - يلاحظ انطباق المسقط الوجهي للقطاع على الاثر الوجهي للمستوي .
- ٣ - نأخذ مستويا مساعدا يوازي المستوي القاطع ويبعد عنه بعدا مناسباً .
- ٤ - نسقط على هذا المستوي المساعد فيظهر القطاع بشكله الحقيقي وهو في هذه الحالة متوازي اضلاع .

مثال : - المطلوب تعيين المسطتين الوجهي والافقي لمنشور رباعي منتظم قاعدته افقية . اقطع المنشور بمستوى وضع عام ثم عين الشكل الحقيقي للقطاع .

ولحل هذه المسألة نعين اولاً نقاط تقاطع المستوي مع كل من احرف المنشور الاربعة وهي في هذه الحالة شاقولية . ان المسقط الافقي للقطاع ينطبق على المسقط الافقي للمنشور وهو مربع في هذه الحالة ، ولتعيين المسقط الوجهي للقطاع فاعتبر النقاط الاربعة للتقاطع واقعة في المستوى

القاطع ومساقطها الاقمية معلومة فيسهل تعيين المساقط الوجيهة لهذه النقاط ، وبايصالها بخطوط مستقيمة نحصل على المسقط الوجهي .
ولوجود شكل القطاع الحقيقي فارجع الى موضوع المستويات المساعدة
الثانوية لاكمال حل المسألة .

مثال : هرم سداسي منتظم قائم قاعدته افقية واحد اضلاع القاعدة مستقيم وجهي ، قطع الهرم بمستو افقي على بعد ثلاثة ارباع الارتفاع عن القاعدة . ارسم المساقط الرئيسية للهرم وعين مساقط القطاع .
ولحل المسألة هذه يجب اتباع الخطوات الاتية : -

١ - ارسم المساقط الرئيسية للهرم الكامل ليظهر مسقطه الافقي سداسا منتظما واقطاره موصولة بنقطة تمثل رأس الهرم .
٢ - بما ان المستوى القاطع افقي فان المسقط الافقي للقطاع يكون سداسا منتظما .

٣ - يظهر في المسقط الوجهي أثر القطاع على ارتفاع ثلاثة ارباع الارتفاع عن القاعدة، ان هذا الاثر او المستقيم هو المسقط الوجهي للقطاع .

٤ - نزل من نقاط تقاطع هذا الاثر مع احرف الهرم الظاهر في المستوي الوجهي مستقيمات تناظر لتعيين المساقط الاقمية لنقاط تقاطع المستوى القاطع مع احرف الهرم .

٥ - نصل بين هذه المساقط فيتعين المسقط الافقي للقطاع .

٦ - ان المسقط الافقي هو نفسه الشكل الحقيقي للقطاع .

مثال : - هرم رباعي منتظم قائم قاعدته افقية واحد اضلاع القاعدة يشكل ٣٠ درجة مع المستوي الوجهي ، قطع الهرم بمستو عمودي على المستوي الوجهي للاسقاط ويكون ٤٥ درجة مع الافق ، والمطلوب رسم المسقطين الوجهي والافقي للهرم مع اظهار مسقطي القطاع وشكله الحقيقي .

فلحل المسألة انظر الشكل (٤٨) ، فتلاحظ ان المسقط الوجهي للقطاع ينطبق على الاثر الوجهي للمستوي القاطع . ولتعيين المسقط الاقضي ترسم خطوط تناظر من مساقط النقط الوجهية الى المستوي الاقضي كما في المسألة السابقة ، ولوجود الشكل الحقيقي للقطاع ، استعن بمستوى مساعد اولي وفي هذه الحالة المستوي القاطع هو نفسه يمكن اعتباره مستويا مساعدا اذ يسقط عليه الشكل الرباعي المنحرف الذي يمثل المسقط الوجهي للقطاع وذلك بنقل ابعاد النقاط الاربعية عن المستوي الوجهي الى المستوي المساعد فنحصل على المسقط المساعد للقطاع وهو نفسه الشكل الحقيقي المطلوب .

تمارين على القسم الاول من الاجسام الهندسية

- ١ - المعلوم ثلاثة مستقيمت بمساقطها ، اثنان منها اقليان . المطلوب
تعين الزوايا الزوجية المحصورة بين كل مستويين من المستويات
الثلاثة التي تتكون من كل مستقيمين .
- ٢ - المعلوم مستقيمان في وضع عام والمسقط الاقوي للزاوية التي بينهما
والزاوية التي يصنعها كل من المستقيمين مع المستوى الوجهي .
المطلوب وجود الزاوية بين المستقيمين .
- ٣ - المعلوم مثلث واقع في مستو اقوي ويبعد ٣ سم عن المستوى الاقوي
للاسقاط . المطلوب وجود نقطة خارج المستوى بشرط اذا وصلت
برؤوس المثلث ينتج زاوية مجسمة ثلاثية وجميع زواياها الزوجية
قائمة .
- ٤ - المطلوب تمثيل مكعب ضلعه يساوي ٥ سم واحد اوجهه اقوي ،
واحد اوجهه الاخرى يكون ١٥ درجة مع المستوي الوجهي ، مثل
المكعب المذكور اذا علمت ان احد اوجهه واقع في المستوى الوجهي
وتبعد احدى نقاطه عن المستوى الجانبي ٦ سم ، وان القساعة
السفلى للمكعب تبعد ٨ سم عن المستوى الاقوي للاسقاط .
- ٥ - المطلوب تمثيل المكعب الذي طول ضلعه يساوي ٥ سم اذا علمت ان
احد اقطاره مستقيم جانبي . ما طول قطره ، ومقدار مساحته
الجانبيه وحجمه ؟
- ٦ - المعلوم منشور رباعي قائم ارتفاعه يساوي ٦ سم وطول ضلع مربع
القاعدة يساوي ٣ سم وقاعدته تميل ٣٠ درجة عن الافق . المطلوب
قطع المنشور بمستقيم وجهي اولاً ، ثم بمستقيم شاقولي ثانياً .
- ٧ - منشور ثلاثي منتظم قائم طول ضلع قاعدته يساوي ٤ سم وارتفاعه
٦ سم ، ويقع احد اوجهه الجانبيه على المستوي الاقوي وتميل
احرفه ٣٠ درجة عن المستوي الجانبي للاسقاط ، واقرب نقطة في

المنشور من المستوي الجانبي هي ٢ سم . قطع المنشور بمستوي وجهي في منتصف المحور ، المطلوب رسم المساقط الرئيسية للمنشور الكامل ، ثم المساقط الخاصة بالقطاع .

٨ - المطلوب رسم المساقط الرئيسية لمنشور سداسي منتظم قائم قاعدته السفلى افقية وتبعد عن المستوي الاقضي ٩ سم ، اما اضلاع قاعدته تساوي ٣ سم واطوال حرف من احرفه بعد القطع يساوي ٨ سم . ما هي مساحة القطاع ؟ والمساحة الجانبية للمنشور المقطوع ؟ وما حجم المنشور قبل القطع وبعده ؟

٩ - اذا فرضنا في المسألة السابقة ان ثلاثة احرف من احرف المنشور طولها يساوي ٨ سم واقصرها يساوي ٣ سم ، فما هي التغيرات التي تطرأ على مساقط المنشور اولا وعلى شكل القطاع ثانياً وعلى حجم المنشور المقطوع اخيراً ؟

١٠ - منشور سداسي منتظم قائم محوره يوازي المستوي الجانبي ويشكل ٣٠ درجة مع الافق قطع المنشور بمستوي معلوم بآثاره الوجهي والافقي اللذين يكونان مع خط الارض ٣٠ درجة ، ٤٥ درجة على التناظر . المطلوب تمثيل المنشور واظهار مساقط القطاع ، ثم وجود الشكل الحقيقي للقطاع .

١١ - المطلوب تمثيل منشور ثماني منتظم قائم وتقع قاعدته على المستوي الجانبي للاسقاط قطع المنشور بمستوي شاقولي يكون ٤٥ درجة مع المستوي الوجهي ، ويمر بنقطة بعدها عن القاعدة = ضعف بعدها عن رأس الهرم .

١٢ - اذا قطع المنشور في التمرين السابق بمستوي عمودي على المستوي الوجهي وكانت الزاوية بينه وبين الافق ٣٠° بدلا من المستوي القاطع المذكور ، فعين المساقط الرئيسية للمنشور المقطوع .

١٣ - المطلوب تمثيل هرم رباعي قاعدته مستطيل (٤ سم × ٦ سم) . اذا علمت ان القاعدة تميل ٣٠ درجة على الافق ومحوره يوازي المستوي الوجهي ويبعد عنه ٥ سم ، واحد اوجهه الجانبية يميل

١٥٠ درجة على الافق .

١٤ - هرم رباعي قاعدته افقية والمطلوب تعيين نقطتي تقاطع مستقيم مع سطح الهرم في كل من الحالات التالية : -

(١) المستقيم افقي .

(٢) المستقيم جانبي .

(٣) المستقيم في وضع عام .

١٥ - هرم رباعي منتظم قاعدته افقية . قطع بمستو معلوم باثريه الافقي والوجهي اللذين يصنعان مع خط الارض ٣٠ درجة ، ٦٠ درجة على التوالي . المطلوب رسم المساقط الرئيسية للقطاع ، ثم وجود شكله الحقيقي بطريقة تقاطع الاحرف اولا ثم بالاستعانة بمستو مساعد ثانيا .

١٦ - هرم سداسي منتظم قائم طول ضلع قاعدته ٣ سم وارتفاعه ٥ سم ، قاعدته تبعد عن المستوى الافقي ٢ سم واحد اضلاع القاعدة يوازي خط الارض . قطع هذا الهرم بمستو شاقولي ويصنع مع المستوى الجانبي ٣٠ درجة ، ويبعد عن محور الهرم ١ سم . ارسم المسقطين الوجهي والافقي للهرم وضع عليهما مسقطي القطاع الناتج .

١٧ - حل المسألة السابقة اذا كان بعد المستوي القاطع عن المحور يساوي ٢ سم مع بقاء المعلومات الاخرى ثابتة .

١٨ - بين المساقط الرئيسية الثلاثة للهرم المقطوع بمستو عمودي على المستوى الوجهي في المسألة رقم (١٦) ويصنع ٣٠ درجة مع الافق ويبعد عن قاعدة الهرم ٣ سم في محوره .

١٩ - المطلوب تمثيل الهرم السداسي المنتظم اذا علمت ان ارتفاعه يساوي ٧ سم وقطر قاعدته ٥ سم . وتقع قاعدته في مستو يصنع ٣٠ درجة مع المستوى الافقي ٤٥ درجة مع المستوى الوجهي . اما المعلومات الاخرى فللطلاب التصرف بفرضها مثلما يشاء .

٢٠ - المطلوب تمثيل هرم ثلاثي منتظم قائم طول ضلع قاعدته يساوي

٣ سم وطول كل من احرفه يساوي ٣٠ سم . وينطبق رأس الهرم على نقطة الاصل ويصنع احد اوجه الهرم ٣٠ درجة مع المستوى الوجهي ، ٩٠ درجة مع المستوى الاقفي ، اما احد حرفي ذلك الوجه فيصنع ١٥ درجة مع المستوى الاقفي للاسقاط .

٢١ - هرم رباعي قائم قاعدته توازي المستوى الاقفي وتبعد عنه ١ سم ، ورأس الهرم يبعد عن المستوى الاقفي ٥ سم ، ويميل احد اضلاع قاعدة الهرم ١٥ درجة على المستوى الوجهي . مثل الهرم بمساقطه الرئيسة الثلاثة اذا كان طول ضلع قاعدته يساوي ٣ سم .

٢٢ - مكعب قاعدته العليا أ ب ح د والسفلى هـ و ز ح ، ويقع احد احرفه وهو (أ هـ) في المستوي الجانبي ويبعد ٢ سم عن المستوى

الوجهي . اما احدائيات الضلع ب ح فهي ب (— ، ٥ ، ٢)

وج (— ، ١ ، ٣ ، ٤) . قطع المكعب بمستو عمودي على المستوى

الوجهي ومارا بنقطة الاصل ويشكل ٤٥ درجة مع خط الارض والمطلوب : —

١ - تمثيل المكعب (قبل القطع وبعده) بمساقطه الرئيسة الثلاثة .

٢ - وجود الشكل الحقيقي للمقطع الناتج وحساب مساحته .

٢٣ - المطلوب تمثيل هرم سدسي منتظم قائم ويميل مستوى قاعدته على المستوى الاقفي ٣٠ درجة ، ورأس الهرم هو النقطة ل (٢٠٥٠١) وارتفاعه يساوي ٦ سم ، وطول ضلع قاعدته يساوي ٢ سم .

الاسطوانة والمخروط والكرة

الاسطوانة :

هي سطح اسطواناني محدود بمستويين يقطعان راسم السطح ويحددان قاعدتي الاسطوانة ، واذا كانت القاعدة دائرة نحصل على الاسطوانة الدائرية . والسطح الاسطواناني يتكون من حركة مستقيم في حالة بقاءه موازيا لنفسه في كل الاوضاع وثبوته في حركته مرتكزا على منحن معلوم . ويسمى المستقيم المولد للسطح الاسطواناني راسما او مولدا والمنحني دليلا . اما محور الاسطوانة فهو المستقيم الواصل بين مركزي قاعدتيها . والارتفاع هو البعد العمودي المحصور بين قاعدتي الاسطوانة .

وتكون الاسطوانة قائمة اذا كان محورها عموديا على القاعدتين ففي هذه الحالة يتساوى طول المحور وارتفاع الاسطوانة . وتكون مائلة اذا كان المحور مائلا بالنسبة لمستويي قاعدة الاسطوانة واذ ذاك يكون الارتفاع اقصر من المحور . وفيما يلي اهم صفات الاسطوانة القائمة : -

١ - سطح الاسطوانة القائمة (الدائرية) هو المحل الهندسي لجميع النقاط التي تبعد بعدا ثابتا عن مستقيم معلوم هو محور الاسطوانة والبعد الثابت هو نصف قطر الاسطوانة .

٢ - جميع المستقيمات الموازية للمستقيم المعلوم ، وتبعد عنه بعدا ثابتا هي عبارة عن رواسم اسطوانة قائمة ومحورها المستقيم المعلوم .

٣ - كافة المستقيمات المماسية لسطح اسطوانة دائرية قائمة تبعد بعدا ثابتا عن محور الاسطوانة يساوي نصف قطرها .

٤ - المسقط العمودي للمماسات المذكورة على مستوى القاعدة هو مستقيمات مماسة لمحيط تلك الدائرة (المسقط الاقوي للاسطوانة)

٥ - المسقط العمودي لأي رأس على مستوى القاعدة والعمودي على محور الاسطوانة أو أي مستو مواز له هو نقطة واقعة على محيط الدائرة (المسقط) •

المخروط :

يتولد السطح المخروطي من حركة مستقيم على منحن معلوم، واقع في مستو ، يمر بنقطة ثابتة ليست في مستوى المنحني ، ويسمى المستقيم المتحرك رأسا والمنحني دليلا والنقطة الثابتة رأس المخروط • فإذا قطعت رؤاسم السطح المخروط بمستو فإن هذا المستوى يحدد قاعدة السطح المخروطي والجسم المتكون من هذه القاعدة والرؤاسم المارة بالرأس يسمى المخروط ، وإذا كانت القاعدة دائرة سمي المخروط دائريا • ويسمى المستقيم الواصل بين رأس المخروط ومركز قاعدته المحور ، أما المستقيم العمودي على القاعدة والنازل من رأس المخروط فهو ارتفاع المخروط • ويدعى المخروط قائما إذا كان المحور عموديا على القاعدة والا كان المخروط مائلا بخلاف ذلك ، ومن أهم خواص المخروط ما يلي : -

- ١ - تصنع الرؤاسم نفس الزوايا مع المحور ، وتكون كلها متساوية في الطول •

- ٢ - تصنع الرؤاسم نفس الزوايا مع مستوى القاعدة ، ونصف زاوية الرأس تكمل هذه الزاوية •

- ٣ - تلتقي جميع المستويات المماسية لسطح المخروط برأسه ، ويحوي كل منها رأسا واحدا •

- ٤ - جميع المستويات المماسية لسطح المخروط تصنع نفس الزاوية مع مستوى القاعدة وهذه الزاوية تتم نصف زاوية رأس المخروط •

الكرة :

هي المحل الهندسي لنقطة متحركة في الفراغ ، بحيث يكون مداها عن نقطة أخرى ثابتة ثابتا لا يتغير ، وتدعى النقطة الثابتة مركز الكرة والبعد الثابت هو نصف قطر الكرة • أو هي السطح المتكون من دوران

دائرة حول قطرها • فلمعرفة اية كرة او اسقاطها يجب ان نعلم مركزها ونصف قطرها • وكل مستوى يمر بمركز الكرة يقطع سطحها في دائرة قطرها يساوي قطر الكرة وتسمى هذه الدائرة بالدائرة العظمى ، وكل دائرة تنتج من قطع الكرة بمستوى لا يمر بمركزها تسمى دائرة صغرى • ويسمى المستوى الذي يمس سطح الكرة في نقطة واحدة فقط بالمستوى المماس ، ويكون بعده عن مركز الكرة مساويا لنصف قطر الكرة •

المخروط المغلف للكرة :

إذا اخذنا نقطة خارج الكرة ورسمنا منها عدة مستقيمات مماسة لسطح الكرة كانت اطوالها جميعا متساوية ، وتكون عبارة عن رواسم مخروط يمس الكرة في دائرة تدعى دائرة التماس ويسمى المخروط حينذاك مخروط التماس ، او المخروط المغلف للكرة ، ومحور هذا المخروط يمر بمركز الكرة •

تمثيل الاسطوانة :

تكون الاسطوانة معلومة اذا علم منها اتجاه الراسم ومنحنى الدليل ، ولتمثيلها يكفي رسم مسقطين منها ويكون الثالث للتحقيق اي بعبارة اخرى رسم مسقطين لدليلها واخذ رواسمها • ويهمننا من الاسطوانة النوع الدائري وهو المألوف في معظم الاحيان ، ويقسم النوع الدائري الى قسمين : اولهما النوع الدائري القائم ، والثاني الدائري المائل ، ويتحدد الوضع الاول بتحديد مستوى قاعدتها او وضع محورها وحجمها يتحدد بمعرفة قطرها وارتفاعها او طول محورها • واما النوع الثاني فيجب معرفة نصف قطر الاسطوانة ومحورها وميله عن مستويات الاسقاط • وفي جميع اوضاع الاسطوانة (بالنسبة لوضع محورها) نكون المسافة بين الراسمين المتطرفين المحددين لاي مسقط من مساقط الاسطوانة مساويا لقطر الاسطوانة •

اوضاع الاسطوانة :

تنحصر اوضاع الاسطوانة بصورة عامة وبالنسبة لمحورها في
الوضعية التالية : —

- ١ — محور الاسطوانة في وضع عام اي يميل عن كل من مستويات
الاسقاط الرئيسية بزاوية معلومة .
 - ٢ — محور الاسطوانة عمودي على احد مستويات الاسقاط الرئيسية .
 - ٣ — محور الاسطوانة يوازي احد مستويات الاسقاط الرئيسية .
- ففي الوضعية الاولى نستعين بمستويات مساعدة وذلك بعد رسم
مساقط المحور . ثم اظهار الاسطوانة على مستو مساعد عمود على احد
المستويات الرئيسية .

اما في الحالة الثانية حيث يكون المحور عموديا على احد المستويات
الرئيسية ، كما في الشكل (٤٩) تظهر المساقط الرئيسية لاسطوانة ذات
محو شاقولي ، وقاعدتها افقية . واية نقطة تقع على سطح الاسطوانة
يجب ان يقع مسقطها الاقضي على المسقط الاقضي للاسطوانة (اي الدائرة
التي قطرها يساوي قطر الاسطوانة) . واذا كان محور الاسطوانة موازيا
لخط الارض أي عموديا على المستوى الجانبي للاسقاط فيكون المسقط
الجانبي للاسطوانة دائرة قطرها يساوي قطر الاسطوانة اما مسقطها
الآخران فهما عبارة عن مستطيلين طول كل منهما هو ارتفاع الاسطوانة
وعرضه يساوي قطر الاسطوانة . واية نقطة تقع على سطح الاسطوانة
يجب ان ينطبق مسقطها الجانبي على الدائرة التي تمثل المسقط الجانبي
للاسطوانة .

اما اذا كان محور الاسطوانة موازيا لاحد مستويات الاسقاط
الاصلية كما في الشكل (٥٠) فتكون المساقط الرئيسية للاسطوانة
كما يلي : —

- ١ — مسقطها على المستوى الذي يوازيه محور الاسطوانة مستطيل
طوله بقدر ارتفاع الاسطوانة وعرضه يمثل قطرها ويمثل ميل

مسقط مستقيم قاعدة الاسطوانة على خط الارض الزاوية التي يصنعها مستوى القاعدة مع المستوى الآخر .

٢ - اما مسقطها الآخران فيظهر فيهما مسقطا القاعدتين وتظهر كل من القاعدتين قطعا ناقصا .

مثال : لتعيين نقطتي تقاطع مستقيم معلوم مع اسطوانة مائلة معلومة بمسقطيها .

نأخذ نقطة على المستقيم كيفما اتفق ونرسم منها مستقيما موازيا لمحور الاسطوانة ثم نعين المستوي المار من المستقيم الموازي المرسوم والمستقيم المعلوم . ان هذا المستوى يوازي المحور ويقطع الاسطوانة في راسمين . ان هذين الراسمين يتقاطعان مع المستقيم المعلوم في النقطتين المطلوبتين . ان المستقيم الواصل بين هاتين النقطتين يكون مخفيا في كل من المساقط الرئيسة فيظهر حينئذ منقطا .

تمثيل المخروط القائم :

لتمثيل المخروط القائم يقتضي تعيين مسقطين لكل من دليله ورأسه وبعد هذا يكون من السهل تمثيل اي راسم على سطح المخروط وذلك بتوصيل رأس المخروط بالنقطة التي يتركز فيها هذا الراسم على الدليل .

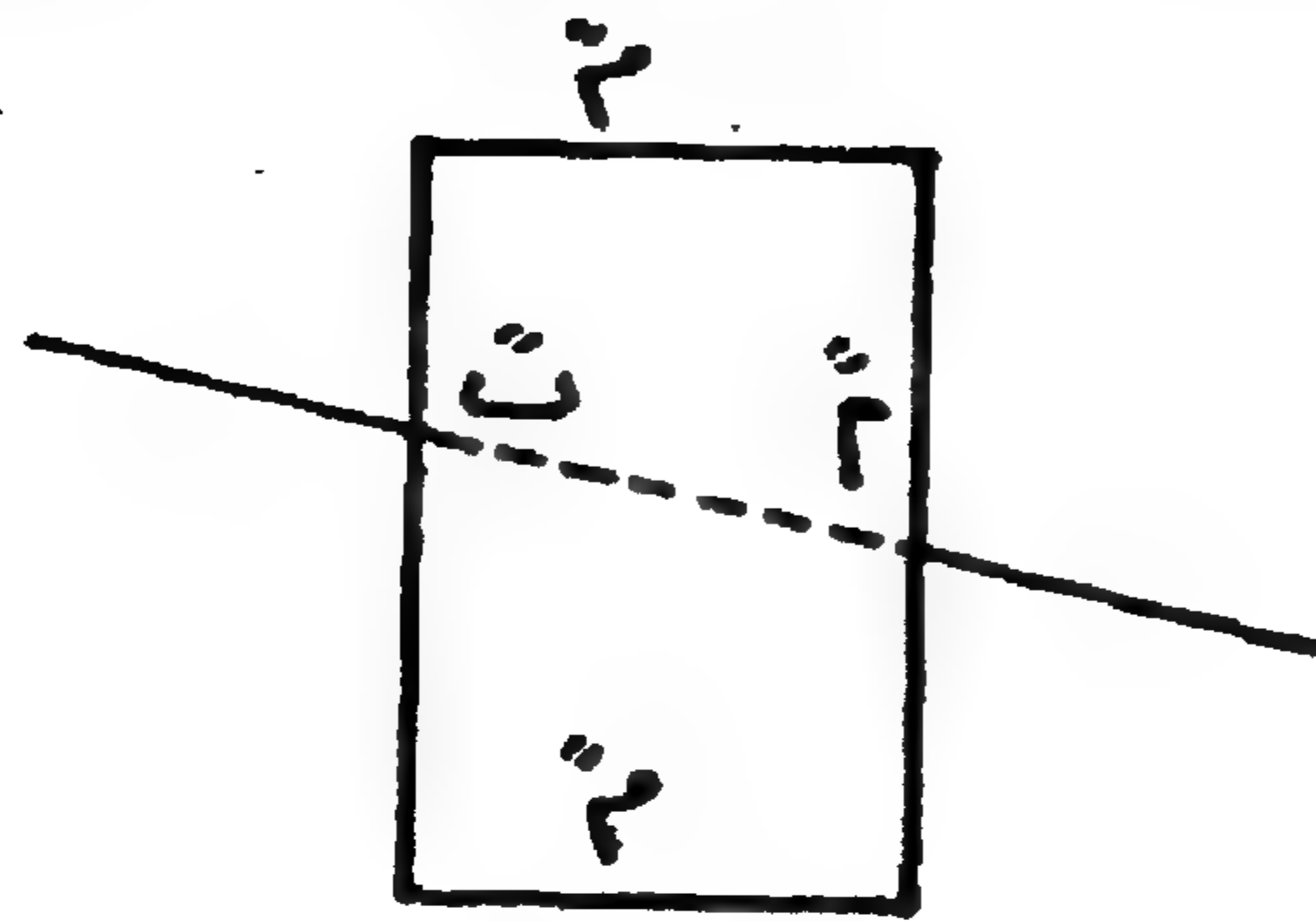
ففي الشكل (٥١) يلاحظ المسقط الوجهي والمسقط الافقي لمخروط دائري قائم وقاعدته تقع في مستو افقي ، ورأسه النقطة م . فاذا علم المسقط الافقي لنقطة على سطح المخروط وطلب تعيين مسقطها الوجهي فيكون ذلك باتباع احدي الطريقتين التاليتين : اولاهما هي ان نصل الراسم رس فينبكون المسقط الافقي له . وحتى نكون المسقط

الوجهي لهذا الراسم حيث يقع المسقط الوجهي لنقطة اعليه ، ننسزل

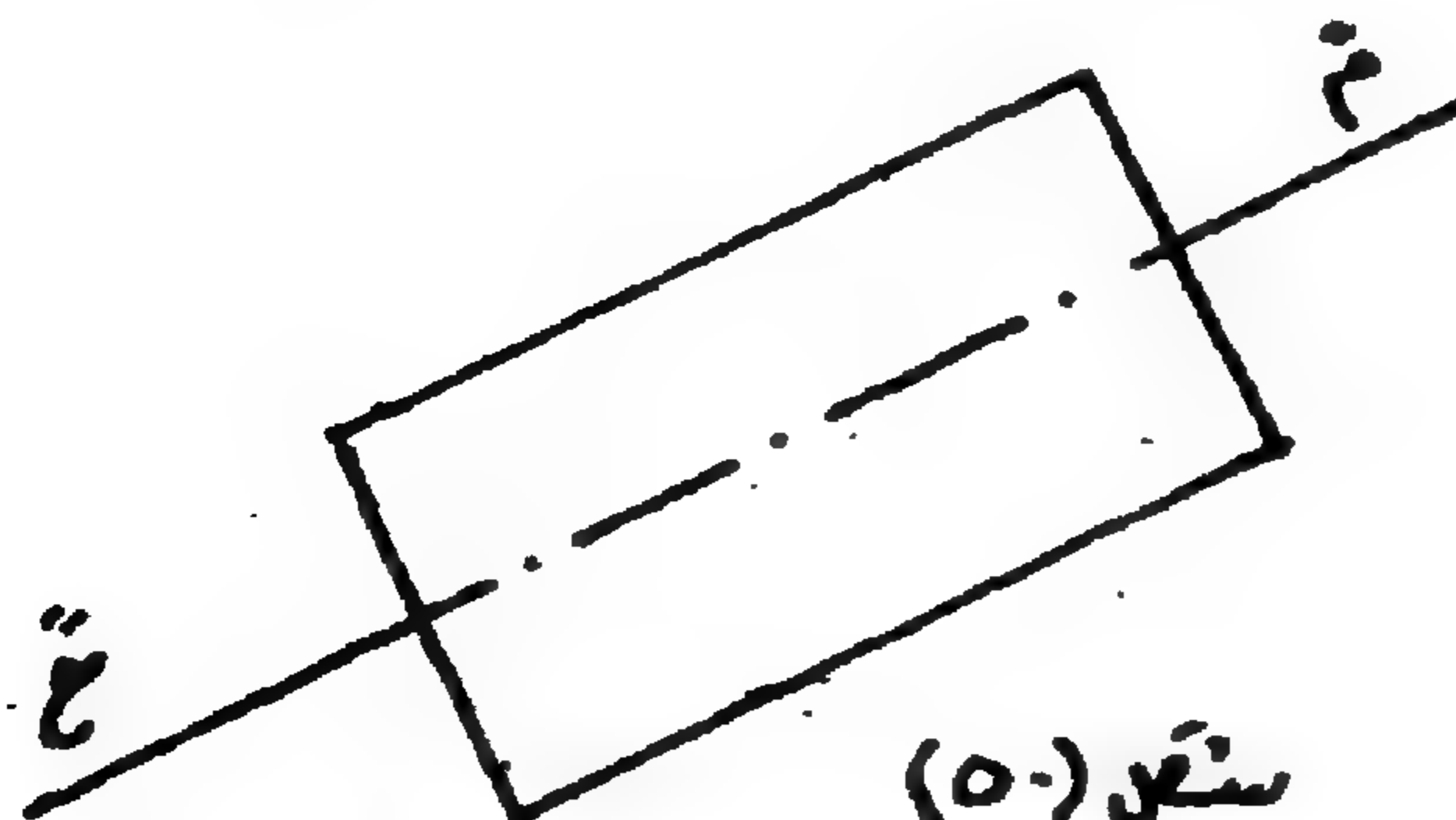
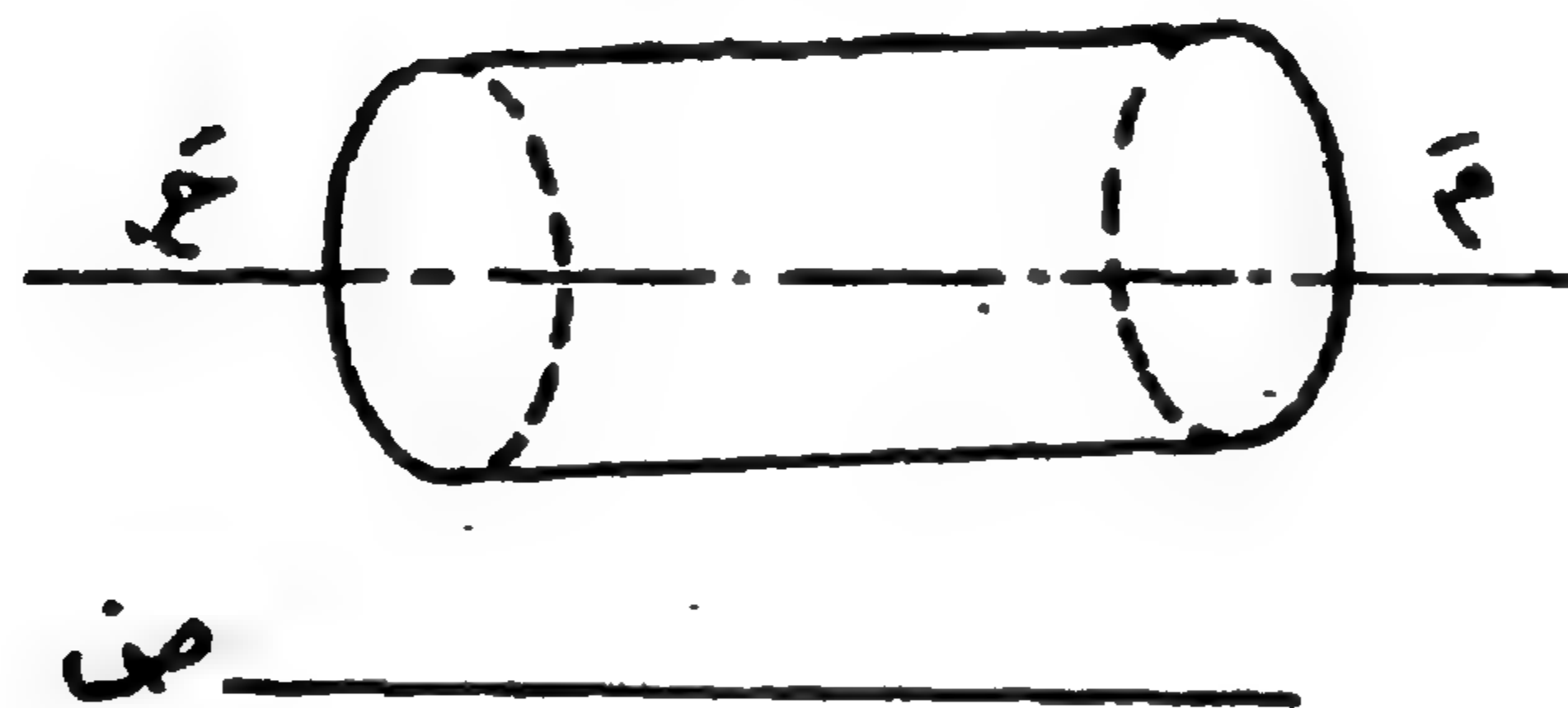
شعاعا من نقطة ا بحيث يتعامد مع خط الارض ، ان المسقط الوجهي

المطلوب سينع على هذا الشعاع . وكذلك نعين المسقط الوجهي لنقطة

ن ونعمل رس حيث يقطع الشعاع الاول المرسوم من نقطة ن فيكون



شکل (۴۹) استوانه دایره
کامله



شکل (۵۰)
استوانه دایره مخروطی
مستقیم و حلزونی

مسقط (ن) الوجهي المطلوب . والطريقة الثانية هي ان نمر مستويا افقيا بالنقطة ن فيقطع المخروط في دائرة وتسقط دائرة على المستوى الافقي للاسقاط اي على المسقط الافقي للمخروط ، ويكون المسقط الافقي لنقطة ن على محيطها .

ونلاحظ ان للنقطة ن وضعين احدهما يمثل وضع النقطة في القسم الامامي المنظور من المخروط والاخرى في الوجه الخلفي للمخروط . اي ان هذين الوضعين يقعان في مستوي جانبي . ونلاحظ ان المسقط الوجهي للنقطتين هو واحد ولكن المسقط الافقي هو الذي يقرر فيما اذا كانت النقطة في احدى الوضعيتين اما في النصف الامامي ام في النصف الخلفي لسطح المخروط .

ملاحظة هامة :

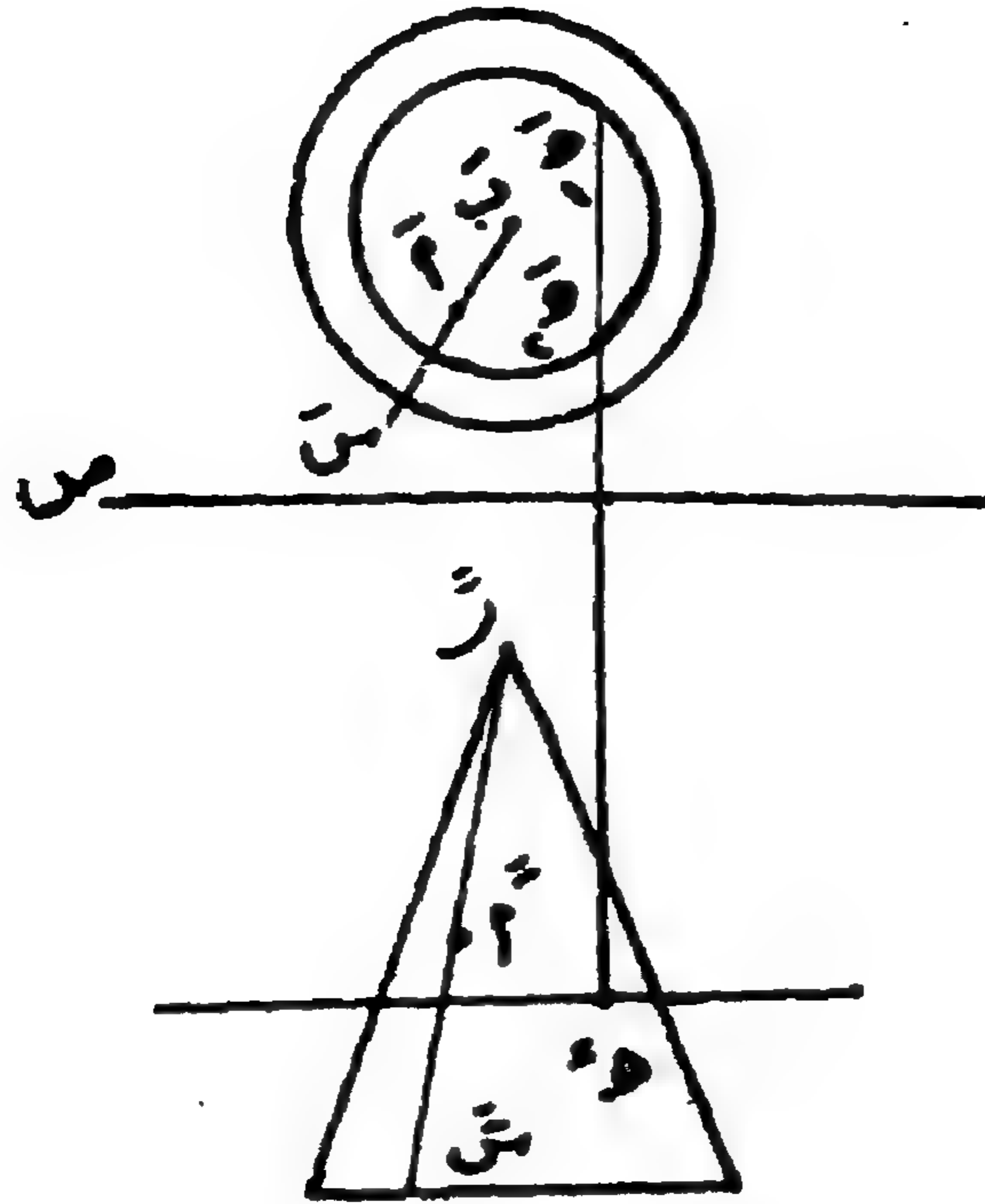
قد لا يكون المستقيم والمخروط متقاطعين ونعلم ذلك فيما اذا كان الاثر الافقي للمستوى المار بالمستقيم ورأس المخروط غير قاطع للمسقط الافقي للمخروط ، أي لا يقطع الدائرة التي مركزها م ، وقد يمس الاثر هذه الدائرة في نقطة واحدة فقط فيكون المستقيم مماسا للمخروط . وقد يكون المستقيم قاطعا للمخروط بنقطتين .

قطاعات المخروط الدائري القائم

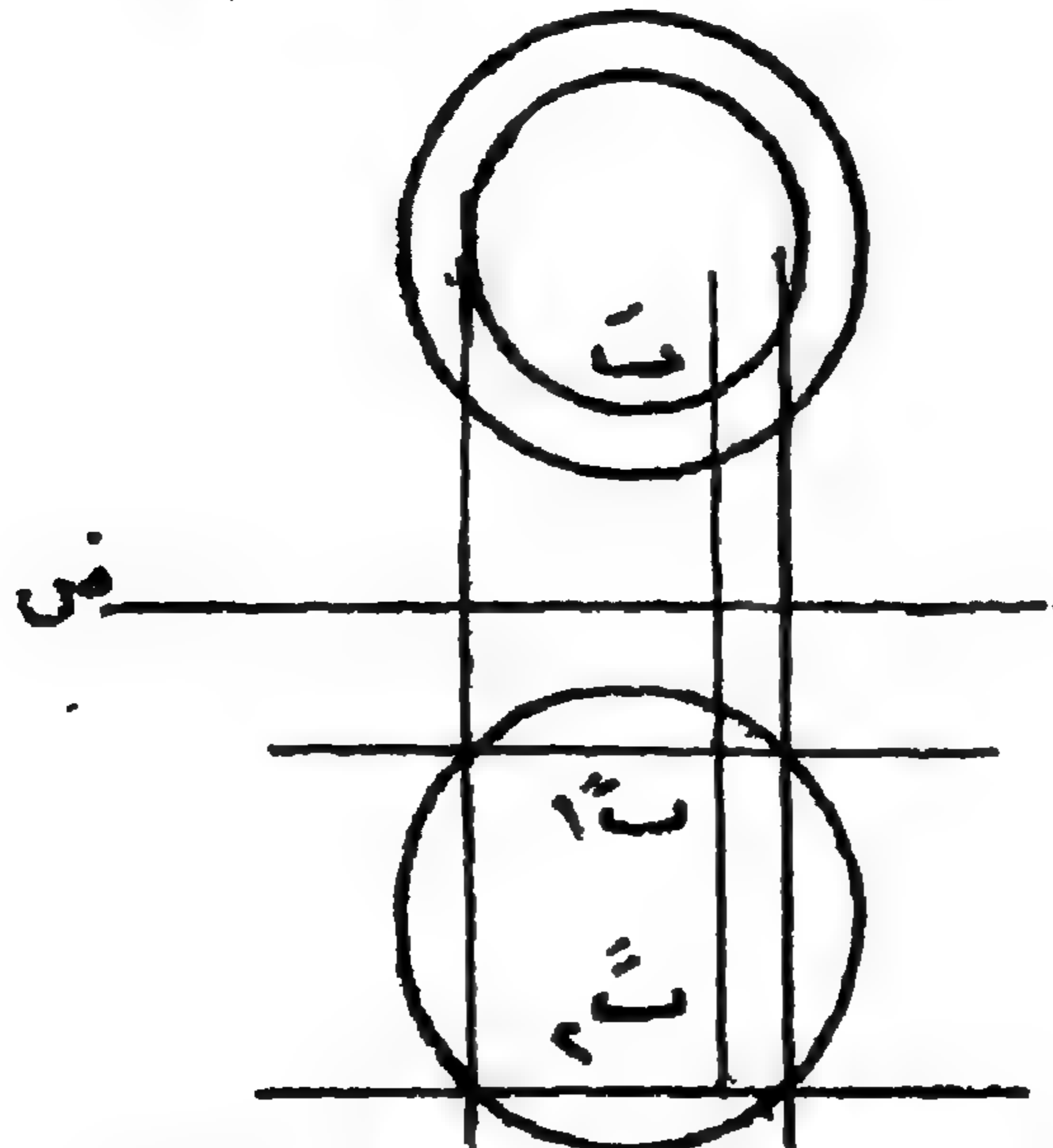
اذا قطع مستوي مخروطا دائريا قائما لاختلف شكل القطاع باختلاف وضع المستوي القاطع بالنسبة لمحور المخروط وبالنسبة للقاعدة ، واهم اوضاع القطاع هي : -
اولا - المستوى القاطع عمود على المحور أي يوازي القاعدة، فينتج من هذا القطع دائرة .

ثانيا - اذا كانت الزاوية بين المحور والمستوي القاطع اكبر من نصف قاعدة الرأس فيكون القطاع حينذاك قطاعا ناقصا (على ألا يقطع المستوى قاعدة المخروط) .

ثالثا - اذا كانت الزاوية التي يصنعها المحور مع المستوى القاطع



شكل (٥١) نقطة على سطح
مخروط دائري قائم



شكل (٥٢) نقطة على سطح
كرة

مساويا لنصف قاعلة الرأس فيكون القطاع قطعا مكافئنا وهو من الاشكال الرياضية الهامة .

رابعا - اما اذا كانت الزاوية اصغر من نصف زاوية الرأس فينتج قطع زائد .

خامسا - اذا كان المستوى القاطع مارا من رأس المخروط اي قاطعا سطح المخروط في راسين فيكون شكل القطاع مثلثا متساوي الساقين .
واهم انواع القطاعات هي القطع الزائد والمكافئ والناقص وتسمى بصورة خاصة القطاعات المخروطية (Conic Sections) ولها خواص وطرق هندسية ورياضية لرسمها وتطبيقاتها المختلفة في معظم الفروع الهندسية وفي علم الفيزياء كما في موضوع العدسات وبؤرتها وفي موضوع الصوت وغيره .

تمثيل الكرة والنقاط الواقعة على سطحها :

ان مساقط الكرة الثلاثة هي عبارة عن دوائر متساوية ، وقطرها يساوي القطر الحقيقي للكرة ، أي ان هذه المساقط هي الدوائر العظمى الواقعة على سطح الكرة وقد اسقطت بالاتجاهات الرئيسة للاسقاط .
واهم ما يجب معرفته في تمثيل الكرة هو موقع مركزها ثم طول قضيها ، لذلك يمثل احيانا مع محيط الدائرة مسقط احد اقطارها .

مثال :

المعلوم كرة بمسقطيها الاقضي والوجهي والمسقط الاقضي لنقطة واقعة على سطحها . والمطلوب تعيين مسقطها الوجهي .
ففي الشكل (٥٢) المعلوم هو المسقط الاقضي لنقطة ب ومسقطا الكرة التي مركزها (م) وللحصول على مسقطها الوجهي يمرر بالمنطقة مستويا وجهيا او افقيا يقطع الكرة (ويجوز ان يمرر بها مستويا جانبي ولكننا في هذه الحالة لا نريد اطالة المسألة لانه يجب حينذاك تعيين المسقط الجانبي ايضا للكرة حيث بواسطته تسهل عملية وجود المسقط الآخر للنقطة او مسقطها) ولتمرر بالنقطة ب في هذا المثال بالذات مستويا

افقيا يقطع سطح الكرة في (دائرة صغرى) . ان المسقط الاقضي لهذه الدائرة هو دائرة مركزها م ونصف قطرها المسافة بين م ، ب في المسقط الاقضي اما المسقط الوجهي لهذه الدائرة فهو مستقيم يوازي خط الارض ويظهر كأنه وتر في دائرة . ان هذا المسقط هو ايضا الاثر الوجهي للمستوى القاطع المار بالنقطة ب ، لذلك سيقع عليه المسقط الوجهي لنقطة ب ويكون هو المسقط المطلوب . ولا تنسى ان للمسألة حلا آخر وهو ان تقع النقطة في القسم السفلي من سطح الكرة .

مثال :

المعلوم قطر كرة أ ب بمسقطيه والمطلوب تمثيل الكرة .
 لنفرض ان قطر الكرة مستقيم في وضع عام . فيجب قبل كل شيء ان نعين الطول الحقيقي للقطر أ ب باحدى الطريقتين : إما بطريقة الدوران او بطريقة المستوى القاطع او المساعد . ثم نتصف هذا الطول الحقيقي للقطر ليمثل بعد نصف القطر الحقيقي . ومن منتصفات المسقطين للمستقيم المعلوم نرسم دائرتين بنصف قطر الكرة الذي اصبح معلوما ، وتمثل هاتان الدائرتان مسقطي الكرة ، وهو المطلوب .

مثال :

المعلوم كرة بمسقطيها والمطلوب تمثيل القطاع الناتج من قطع الكرة بمستو شاقولي لا يمر بمركزها .

ان المسقط الاقضي للقطاع هو دائرة فعلا سينطبق على الاثر الاقضي للمستوى الشاقولي القاطع وسيظهر كأنه وتر للدائرة في المسقط الاقضي ويميل عن خط الارض بنفس الزاوية التي يصنعها المستوى الوجهي . ان منتصف هذا الوتر يمثل المسقط الاقضي للمحور الكبير للقطع الناقص الذي هو المسقط الوجهي لدائرة (للقطاع) ومن نقطتي تقاطع الوتر المذكور مع محيط الدائرة نرسم مستقيمي تناظر للحصول على طول المحور الصغير للقطع الناقص . والمسافة بين النقطتين المذكورتين

تمثل او تساوي طول المحور الكبير للقطع الناقص . ان المستوى القاطع
يقطع الدائرة الوجهية العظمى وخط تقاطعهما مستقيم شاقولي مسقطه
الافقي هو نقطة تقاطع الاثر الوجهي للمستوى مع قطر الكرة الذي
يوازي خط الارض ، ومسقطه الوجهي يحدد نقطتي التماس بين القطع
الناقص والدائرة في المسقط الوجهي للكرة .

تمارين على القسم الثاني من الاجسام الهندسية

- ١ - المطلوب تمثيل اسطوانة دائرة قائمة ارتفاعها ٨ سم وقطر قاعدتها ٥ سم ومحورها افقي ويبعد عن المستوى الافقي للامقاط ٤ سم ويصنع مع المستوى الوجهي ٣٠ درجة .
- ٢ - اسطوانة قائمة ارتفاعها ٧ سم وقطرها يساوي ٤ سم ومحورها عمود على المستوى الوجهي ويبعد ٥ سم عن المستوى الوجهي ، ٤ سم عن المستوى الافقي . قطعت هذه الاسطوانة بمستو شاقولي يكون ٦٠ درجة مع المستوى الجانبي . المطلوب تمثيل قطاع الاسطوانة وشكلها الحقيقي .
- ٣ - المطلوب تمثيل الاسطوانة قائمة علم قطرها بمسقطين رئيسين واحد رواسمها الواقع في المستوى الوجهي والذي يصنع ٣٠ درجة مع المستوى الجانبي .
- ٤ - المطلوب تمثيل الاسطوانة القائمة التي يمر محورها من نقطة الاصل ويشكل نفس الزاوية مع مستويات الاسقاط الرئيسية اذا علمت ارتفاعها يساوي ٥ سم وقطر قاعدتها يساوي ٣ سم .
- ٥ - المطلوب تعيين تقاطعي تقاطع مستقيم معلوم مع اسطوانة قائمة اذا كان محورها شاقوليا والمستقيم في وضع عام .
- ٦ - ...المعلوم اسطوانة قائمة محورها مستقيم وجهي . المطلوب تمثيل المستويين المماسين لها والعمودين على المستوى الجانبي .
- ٧ - المطلوب تعيين خط تقاطع اسطوانتين محور احدهما وجهي ومحور الاخرى افقي .
- ٨ - المطلوب تمثيل المخروط الدائري القائم الذي طول قطر قاعدته ٣ سم ومحوره مستقيم وجهي ويبعد عنه ٤ سم ، ويبيل على الافق ٦٠ درجة ، ورأس المخروط واقع في المستوى الافقي للاسقاط .
- ٩ - المطلوب تمثيل مخروط دائري قائم يمس المستوى الوجهي بأحد رواسمه .

- ١٠ - المطلوب تمثيل مخروط قائم محوره مستقيم جانبي ويصنع ٣٠ درجة مع المستوى الافقي ، اذا علمت زاوية رأسه ، وعلمت ان الرأس يقع في المستوى الوجهي ويبعد ١ سم عن المستوى الافقي .
- ١١ - المعلوم مخروط قائم ، قاعدته عمودية على المستوى الوجهي وتصنع ١٥ درجة مع المستوى الافقي ومستقيم في وضع عام : بسقطيه . والمطلوب وجود تقطعي تقاطع المستقيم والمخروط المعلومين .
- ١٢ - المعلوم مخروط دائري قائم ، محوره مستقيم وجهي ، بحيث يصنع ٣٠ درجة مع الافق . والمطلوب تعيين مساقطه الرئيسة .
- ١٣ - المطلوب تمثيل كرة تمر بثلاث نقاط واقعة في المستوى الوجهي .
- ١٤ - المطلوب تمثيل كرة تمر بثلاث نقاط في الفراغ ، ومركز الكرة واقع في المستوى الافقي .
- ١٥ - المطلوب تمثيل كرة نصف قطرها يساوي ٣ سم ومركزها نقطة م (٤ ، ٣ ، ٧) ، عين نقطة على سطحها تبعد ٩ سم عن المستوى الجانبي و ٤ سم عن المستوى الوجهي .
- ١٦ - المطلوب تمثيل كرة مركزها معلوم وتمس مستويا شاقوليا يصنع ٣٠ درجة مع المستوى الوجهي .
- ١٧ - المعلوم كرة بمسقطيها الوجهي والجانبي ومستوى تأثيره الافقي والوجهي . هل يتقاطع المستوي والكرة ؟
- ١٨ - كرة قطرها يساوي ٥ سم ومركزها م (٦ ، ٤ ، ٣) قطعت بمستوى مواز لخط الاض يصنع ٣٠ درجة مع الافق ، وكان بمسند المستوي عن المركز ١ سم اولاً ثم ٢ سم ثانياً . والمطلوب تعيين مساقط الدائرة المتولدة في المستوى القاطع في كل من الحالتين .
- ١٩ - المعلوم كرة ومستقيم وجهي ، جد تقطعي تقاطعهما .
- ٢٠ - المعلوم قهطتان ومستقيم . جد قهطة على المستقيم المعلوم تكون نسبة بعديها عن النقطتين المعلومتين = ١ : ٢ .

الفصل العاشر

افراد السطوح

افراد السطوح او استواؤها هو فتح هذه السطوح وجعلها تنطبق على مستوى الورقة . فرواسم الاسطوانة او مولداتها تكون متوازية عند افرادها بينما مولدات المخروط تكون ملتقية في نقطة . ولا تنسى ان السطوح المستوية والسطوح المنحنية البسيطة هي قابلة للافراد ، وبعض الاشكال او السطوح يمكن افرادها بصورة تقريبية بالاستعانة بالمثلثات المتجاورة والمتصلة والتي تمثل السطح . ويجب ان تكون الالوجه الداخلية للسطح او الشكل المراد افراده مقابلة للخارج على مستوى الورقة ، والعكس بالعكس ، وذلك لان اكثر الصفائح المعدنية لاجزاء المكائن عند فتحها تظهر بعض الالوجه الداخلية في الداخل .

وبصورة عامة فان اقصر الرواسم يعتبر افضلها من حيث سهولة استعماله ليكون في الخارج ، لانه يحتاج للحيم اقل او ربط بالبراغي او غيرها من وسائل التثبيت . وفي بعض الاحيان تؤخذ بنظر الاعتبار نقاط اخرى لاختيار مولد او راسم آخر غير الاقصر . فاذا لافراد السطح هي ان ثبت جزءا منه وتفرّد جميع الاجزاء الاخرى لتصبح في مستو واحد مع ذلك الوجه وتكون متصلة بها اتصالا متسلسلا حتى اذا دورناها وجعلناها باتجاه عكس الافراد الاول نحصل على السطح الاصلي للجسم ، ويجب ان نتذكر ان كل وجه او مستقيم من اوجبه الجسم بعد الافراد ، يبقى محافظا على شكله ومساحته . خفيفة وتكون مساحة السطح المفرد مساويا للمساحة السطحية .

وتكون الاجسام قابلة للافراد اذا كان باستطاعتنا فتح جميع اجزاء او اوجه سطحها على مستوى واحد دون حدوث تشقق او تمدد او تقلص في اوجهها ، وتشمل كثيرات السطوح المستوية كالمشهور

والسطوح المنحنية البسيطة كالمخروط والسطوح المسطرة القابلة للأفراد كالسطح الملتف .

والسطوح غير القابلة للأفراد بصورة سهلة وصحيحة مائة بالمائة تشمل السطوح الدورانية وهي التي تتكون من دوران منحني معين حول محور وذلك كالكرة والحلقة وفيهما لا يمكن رسم مستقيم واحد على سطحها فيصعب أفرادها إلا أن بعض المحاولات والطرق التقريبية تستعمل في أفرادها . ومن السطوح غير القابلة للأفراد أيضا هي السطوح المسطرة المعوجة كالسطح الزائد الدوراني المتولد من حركة مستقيم حول محور ثابت حين يرتكز المستقيم المتحرك على دائرتين متوازيتين فيمس دائما دائرة توازي الدائرتين تدعى دائرة الحلق .

ولأفراد السطوح فوائد عملية هامة يستفاد منه في أعمال الحدادة وصنع أجسام الصواريخ والمركبات الفضائية والطائرات والسيارات وفي صنع بعض النماذج للأجسام الموضوغة لبعض المشاريع العمرانية وقص الألواح وربطها في مختلف الصناعات . والطريقة العملية هي أفراد السطح أو الجسم بمقياس كامل أو بمقياس مصغر على ورق الرسم أو على السطح المستوي للألواح المعدنية مباشرة . وإذا كان الجسم المطلوب صنعه مكررا ، فيجب أن تكون الأفرادات على المستوى لتستهلك أقل مادة ممكنة من اللوح حتى يكون العمل اقتصاديا ، ويجب أن تظهر على السطح المفرد كافة الخطوط التي تشي أو تقص أو تحفر أو تقوس أو غير هذا حتى يكون السطح النهائي الذي بعد ثني أوجهه نحصل على الجسم المطلوب ، وذلك بلحم الخطوط المتجمعة ، أو باستعمال براغ أو غيرها من المثبتات أو بترك زيادات في الأطراف المتجمعة أو غيرها من الطرق .

يختلف أفراد كل سطح بطريقة فتحه عن غيره ، وهنالك أربع مجموعات من الأجسام المختلفة في طرق الأفراد : —

١ — أفراد الأجسام ذات المستقيمات المتوازية وتستعمل في المنشور والاسطوانة وفي متوازي المستطيلات وغيرها أي كلما يكون فيها

مولدان متجاوران متوازيين ، وفي مستو واحد .
٢ - افراد الاجسام ذات المستقيمات المتلاقية وتستعمل في الهرم والمخروط .

٣ - الافرادات المثلثية وذلك بتقسيم السطح الى مجموعات مثلثية .
٤ - واخيرا افراد الاجسام بصورة تقريبية وذلك لان سطوحها المزدوجة الانحناء لا تسمح باتباع نوع من انواع الافراد الثلاثة المذكورة .
وسنأخذ بعض الامثلة على الافراد وخاصة للسطوح المألوفة الشكل .

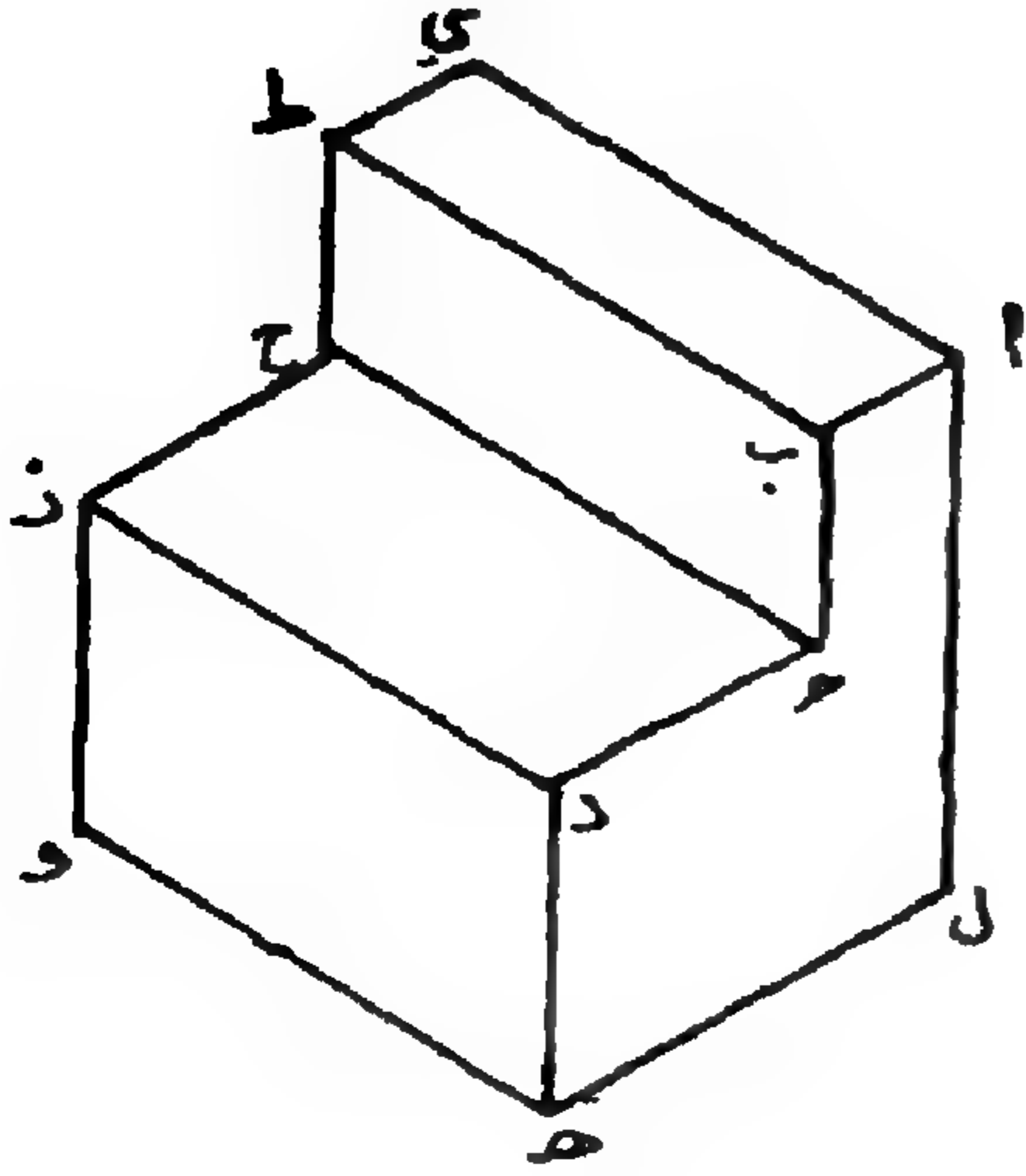
مثال :

المطلوب افراد الشكل المجسم ذي المستويات المتوازية المبين في الشكل (٥٣) . ففي هذا الشكل ينطبق المستوى الخلفي ل ك على مستوى الورقة ثم يفتح او يقص الشكل من المستقيمات (او المستقيم المنكسر) ا ب ح د ه ل فيطوي هذا المستوى على المستوى الاول ل ا ك وعلى مستوى الورقة ثم يقص ب ط ي ويطوي المستوى ا ب ط ي على مستوى الورقة ثم يقص الشكل من المستقيمات ط ح ، ح د ، و ه و ك فتفتح المستويات ي ط ح ز و ك ، ز و ه د ، ز د ح ح ، ح ح ب ط على مستوى الورقة ايضا واخيرا يبقى مستو القاعدة حيث يطوى ويبقى متصلا بالمستوى الخلفي ا ي ل ك بالمستقيم ل ك . ان مساحة هذه الواجه المفردة تساوي مساحة السطح المفرد أي المساحة السطحية للشكل المعلوم .

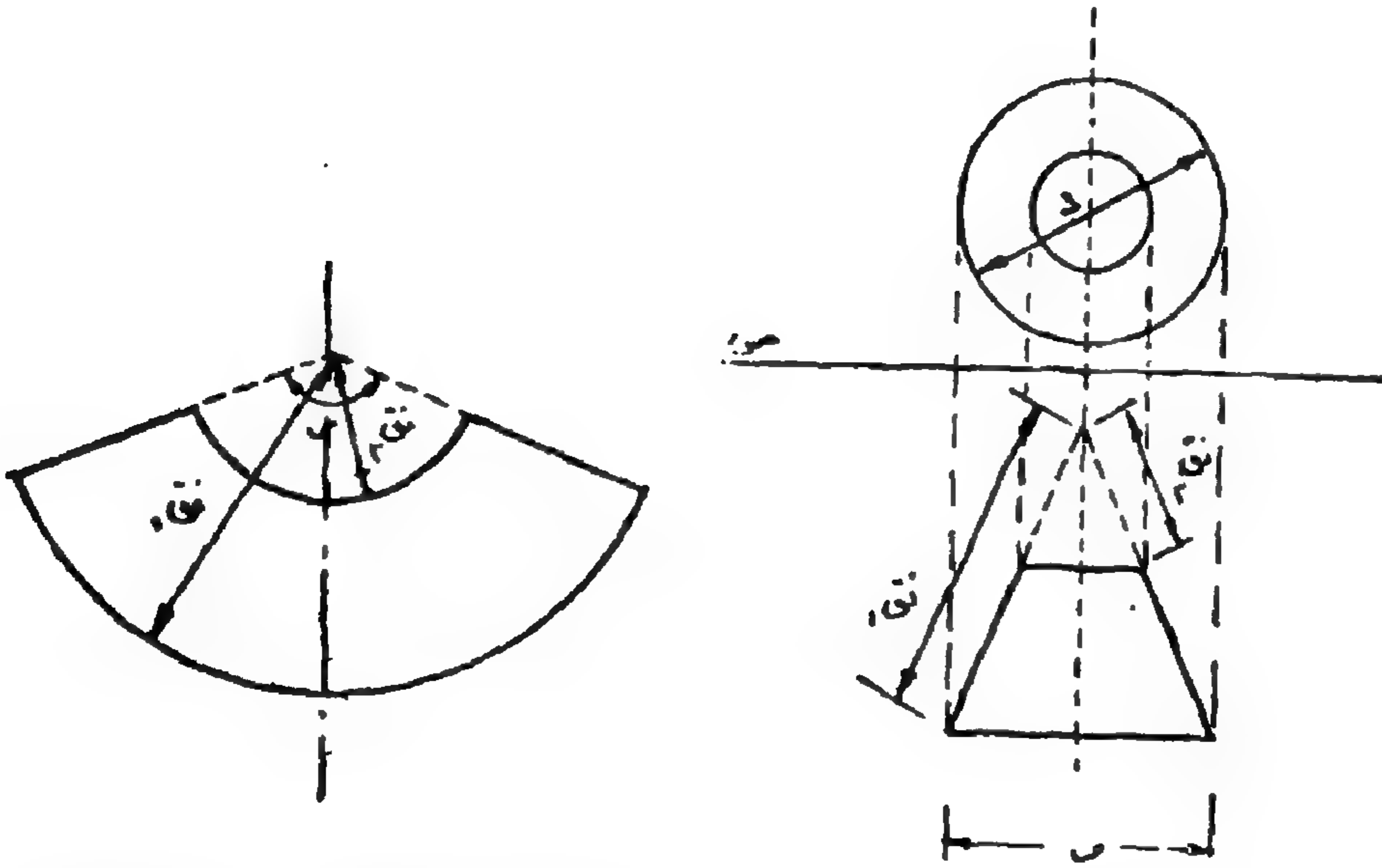
مثال :

المطلوب افراد المخروط الدائري القائم المعلوم بمسقطيه الوجهي والاقصي :

ففي الشكل (٥٤) يظهر طول مولد المخروط الحقيقي في المسقط الوجهي ويرى المخروط ناقصا وارتفاع مولد القسم المقطوع مبينا في الرسم ايضا ويشاهد ان السطح الذي يمثل بسط المخروط هو قطاع



شكل (٥٢) جسم كثير السطوح المستوية.



شكل (٥٤) افراد مخروط دائري قائم قطع مستواً أفقياً.

دائرة نصف قطرها يساوي مولد المخروط (تقا ١) وزاوية القطاع المركزية (ر) تتوقف على قطر قاعدة دائرة المخروط (د) ويمكن وجود (ر) من المعادلة التالية : -

$$ر = ٣٦٠ \text{ درجة} \times \frac{\text{نصف قطر قاعدة المخروط}}{\text{الطول الحقيقي للمولد}}$$

وطول القوس المقابل للزاوية المركزية ر يساوي د ط حيث ط هي النسبة الثابتة ، ط د هو محيط قاعدة المخروط .

وبنفس الطريقة يلاحظ افراد المخروط الناقص الذي قطع بمستوى افقي أي بعد اظهار المساقط الرئيسية ووجود الطول الحقيقي للمولد للجزء المقطوع والذي سيكون نصف قطر القطاع الصغير والمرسوم من نفس المركز السابق . اما الزاوية المركزية ر فيلاحظ انها هي نفسها في حالة المخروط الكامل او الناقص .

واذا اريد اضافة القاعدة بالنسبة للمخروط الكامل او القاعدتين بالنسبة للمخروط الناقص فيكون ذلك من السهل ، باعتبار ان افراد القاعدتين هو دائرتان .

ولوجود مساحة القطاع الذي زاويته المركزية ر نصف قطره يساوي طول المولد (الراسم الحقيقي) .

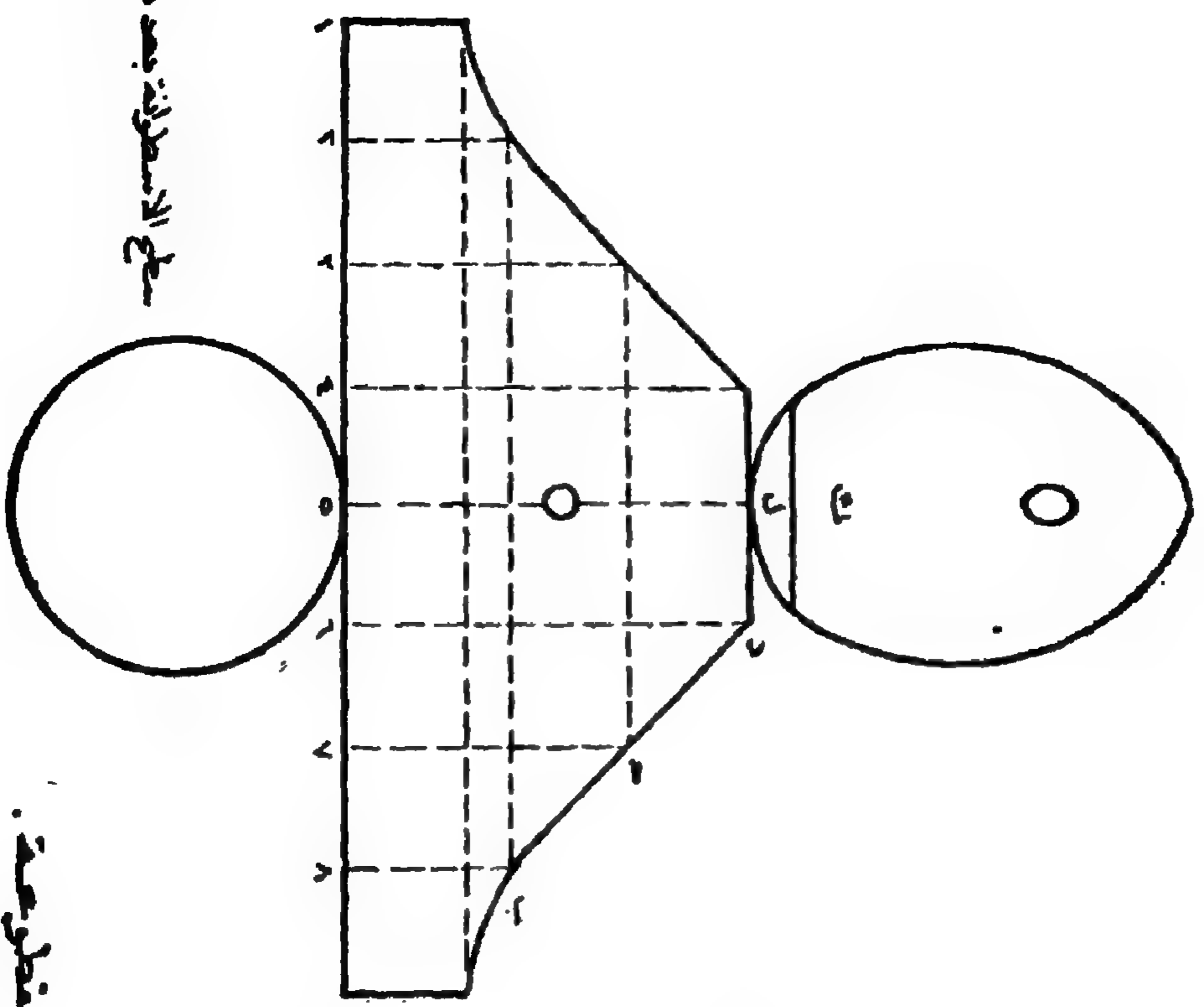
$$\text{مساحة القطاع} = \frac{\text{ط ر}}{٣٦٠} \times \text{مربع طول المولد}$$

مثال :

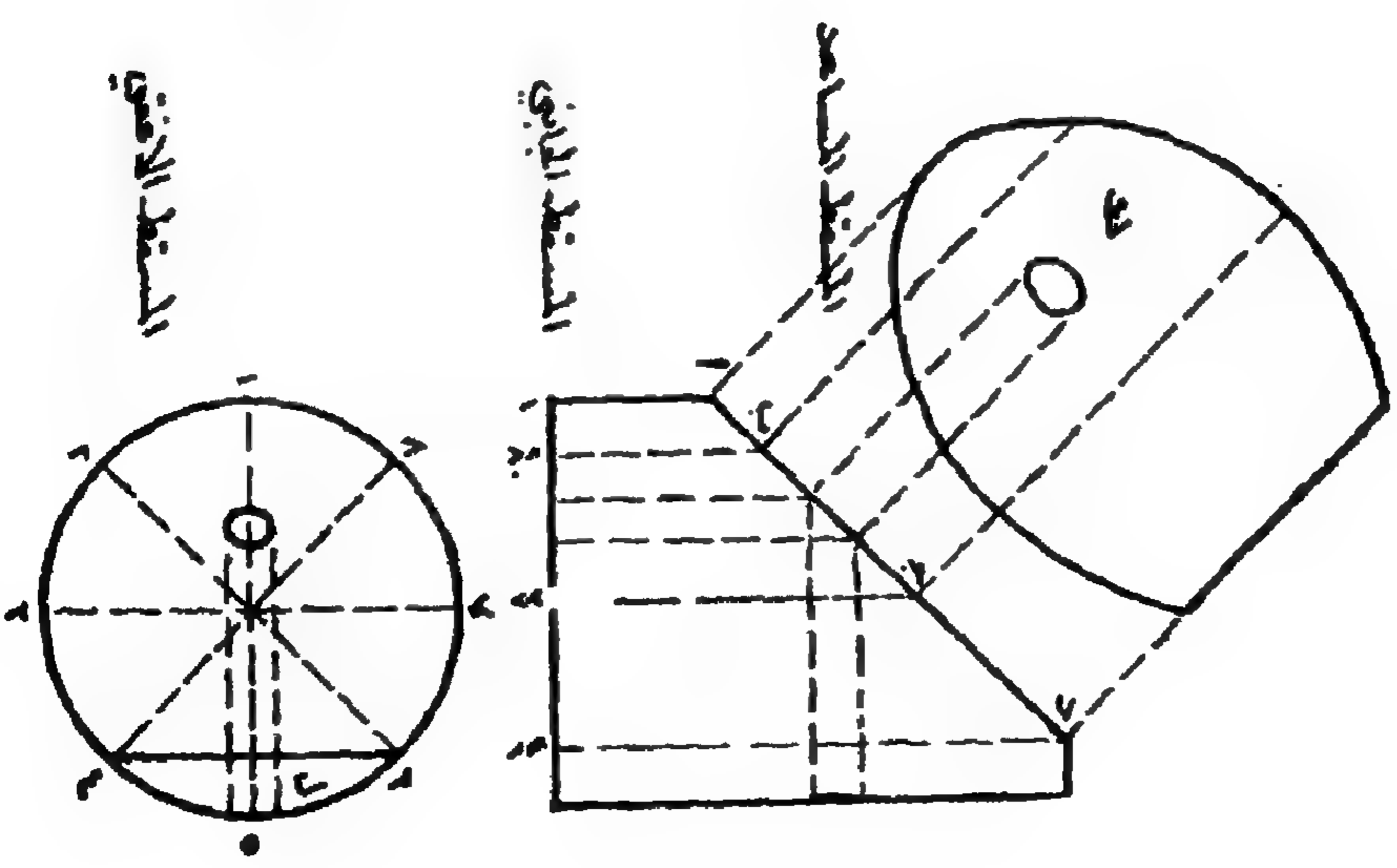
المطلوب افراد الاسطوانة الدائرية المقطوعة بمستوى عمودي على المستوي الجانبي .

ففي الشكل (٥٥) يرسم مستطان اصليان وفي هذه الحالة المسقط الجانبي والمسقط الافقي ، ثم يرسم المسقط المساعد لوجود الشكل الحقيقي للقطاع ، ثم تفتح الاسطوانة ، وفي هذه الحالة فتحت من اقصر راسم وهو المولد في الجهة اليسرى من المسقط الجانبي . وبعد

مقياس المسطحة من ١ إلى ١٠



شكل (٥٥) أفراد اسطوانة مخروطية.



ذلك يضاف القطاع والقاعدة السفلى الى السطح المفرد الذي يمثل السطح الجانبي للاسطوانة .

فالشكل (٥٥) يمثل اسطوانة مفتوحة ، وقد قطعت بمستوى عمودي على المستوى الجانبي ويصنع ٤٥ درجة مع المستوى الوجهي وقد اخترق الاسطوانة قرب دائري قطره اسم الاتجاه عمودي على المستوى الوجهي .

مثال :

المطلوب افراد سطح هرم ثماني منتظم . قطع بمستويين متوازيين وعموديين على المستوى الوجهي بحيث يصنعان ٤٥ درجة مع الافق . واحدهما يقطع القاعدة .

ففي الشكل (٥٦) تظهر مساقط الهرم الرئيسة والشكل الحقيقي للمستويات المائلة وفي الشكل (٥٧ ب) يظهر افراد السطح على مستوى الورقة حيث يظهر هذا الشكل المتناظر بالنسبة الى محور واحد او مستقيم تناظر يقسم السطح الى قسمين متساويين .

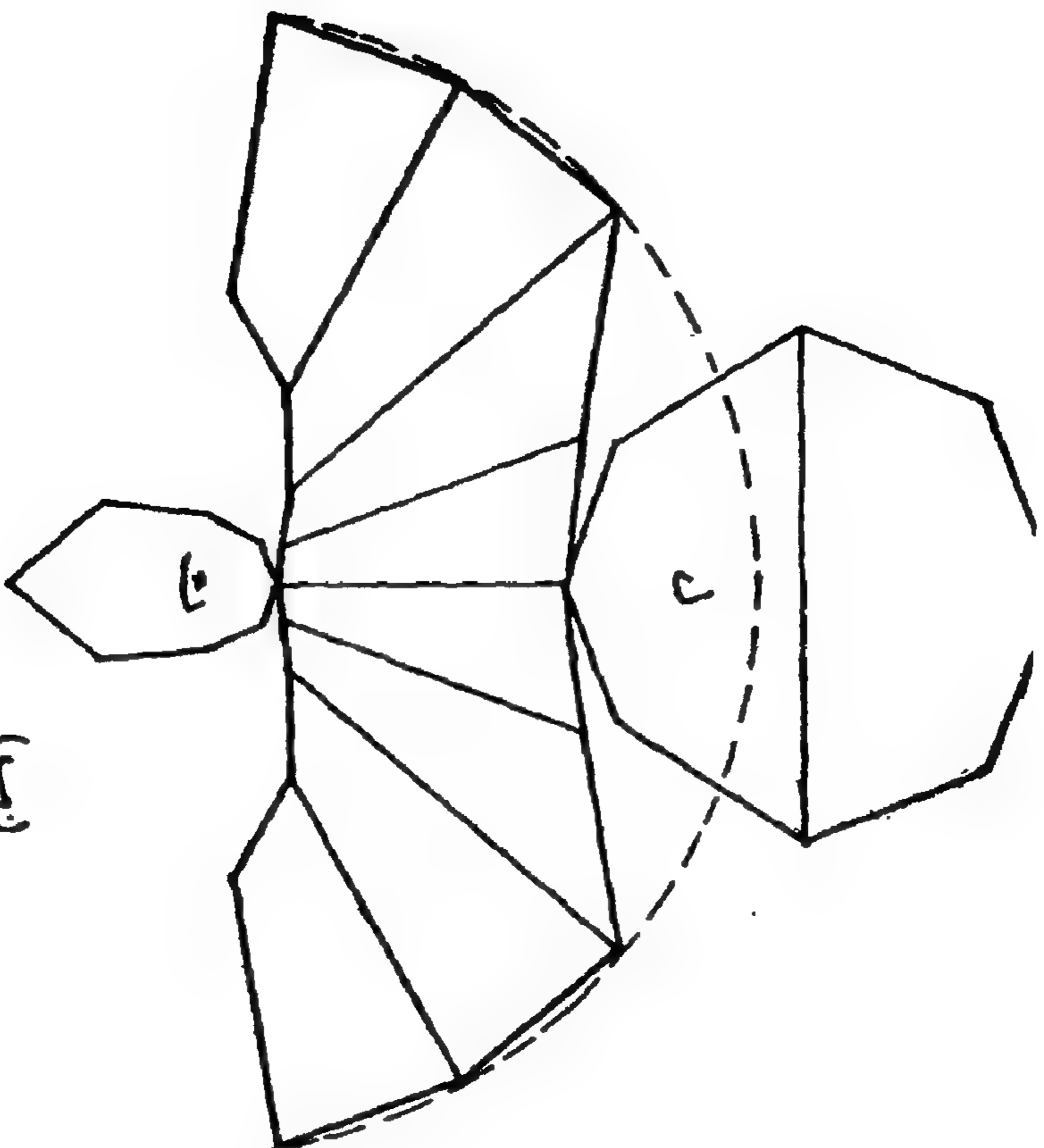
مثال :

المطلوب افراد سطح مخروط دائري قائم قطع بمستوى شاقولي لا يمر برأس المخروط .

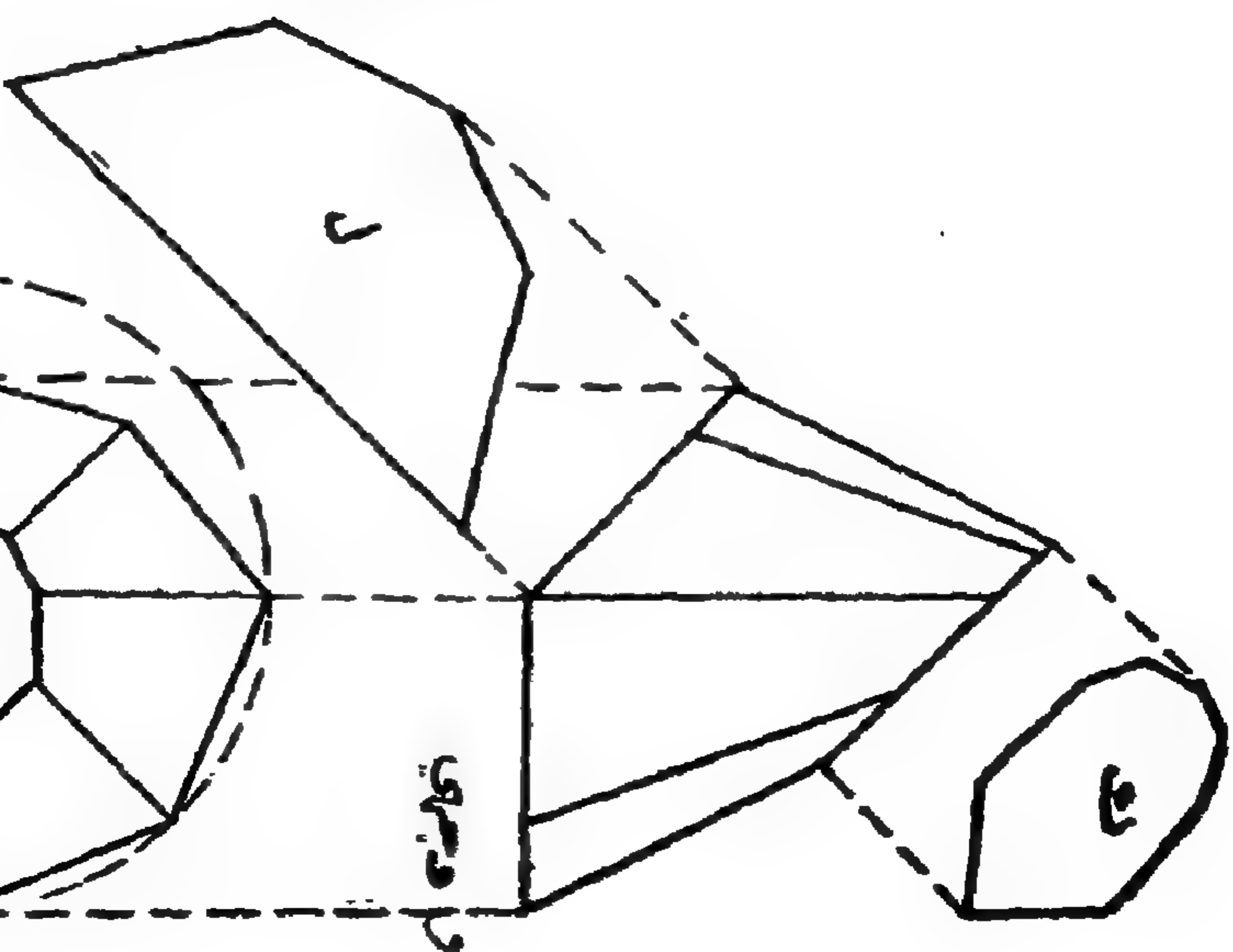
ففي الشكل (٥٧) تظهر المساقط الرئيسية الثلاثة للمخروط المقطوع ، ويظهر القطاع الذي هو في هذه الحالة قطع زائد حيث يظهر هذا القطاع بشكله الحقيقي في احد المساقط الثلاثة ، وفي افراد سطح هذا المخروط وضع سطح القطاع مع سطح قاعدة المخروط .

مسألة :

المعلوم كرة بمسقطيها الوجهي والافقي ، المطلوب فتح سطحها على مستوى الورقة .

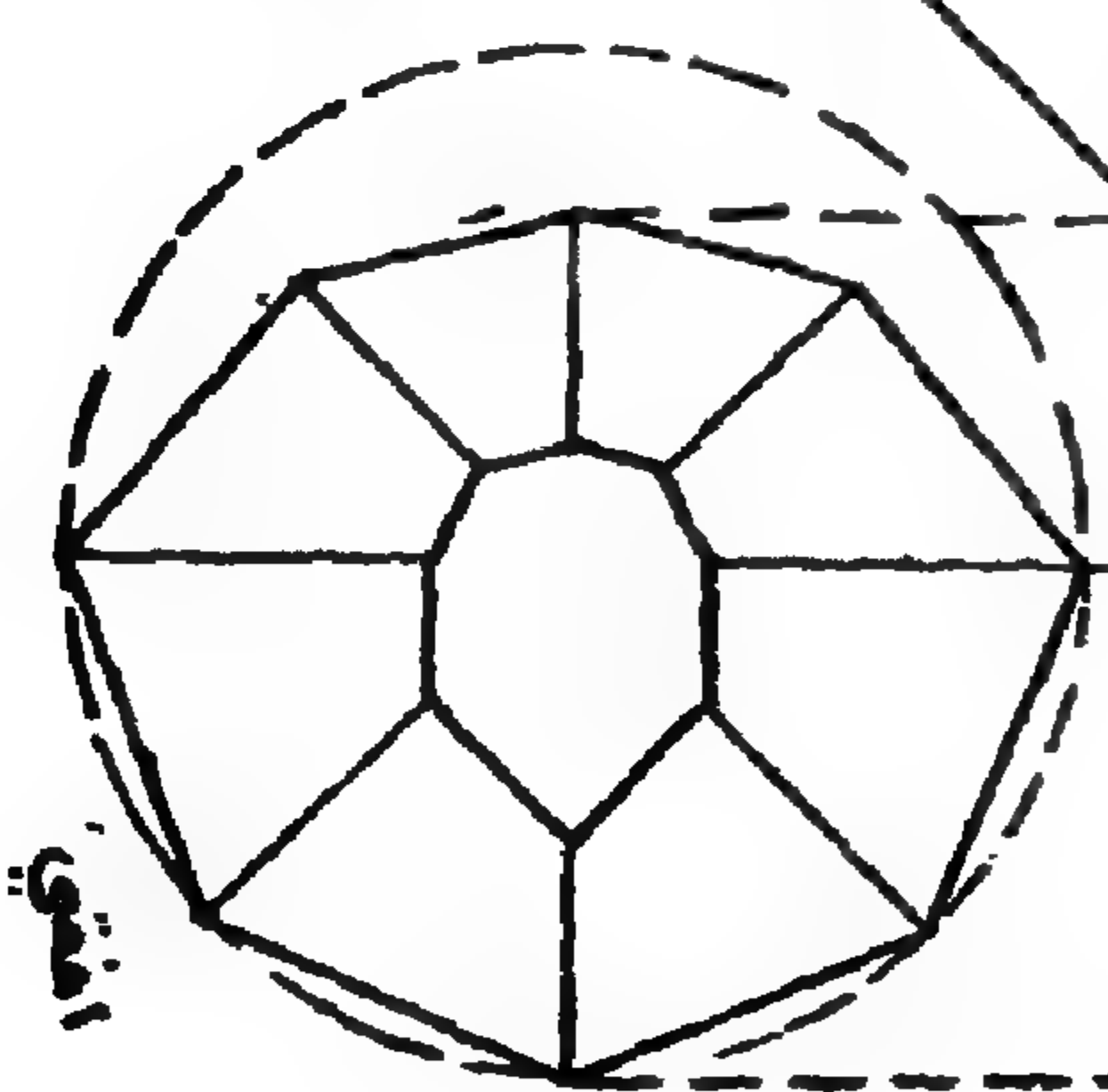


(ب)



(ا)

شكل (٥٦) ١. هرم ثنائي منتظم مقطوع بسننوبيين متوازيين
ب. اوجد سطح الهرم المقطوع.



امتي

الحل :

منقسم الكرة الى قسمين متساويين ، وسنأخذ النصف الاعلى منها ونحاول فتحه ، والنصف الثاني سيكون منطبقا على الاول لان سطح الكرة يتناظر بالنسبة الى أي مستو قاطع للكرة وينز بمرکزها • تعتبر الكرة من السطوح التي يضرب افرادها ، لذا ستتبع الخطوات التالية لحل المسألة حلا قريبا. :-

١ - قسم السطح العلوي من الكرة الى عدد من المناطق الكروية ولتكن في هذه الحالة ثلاثا •

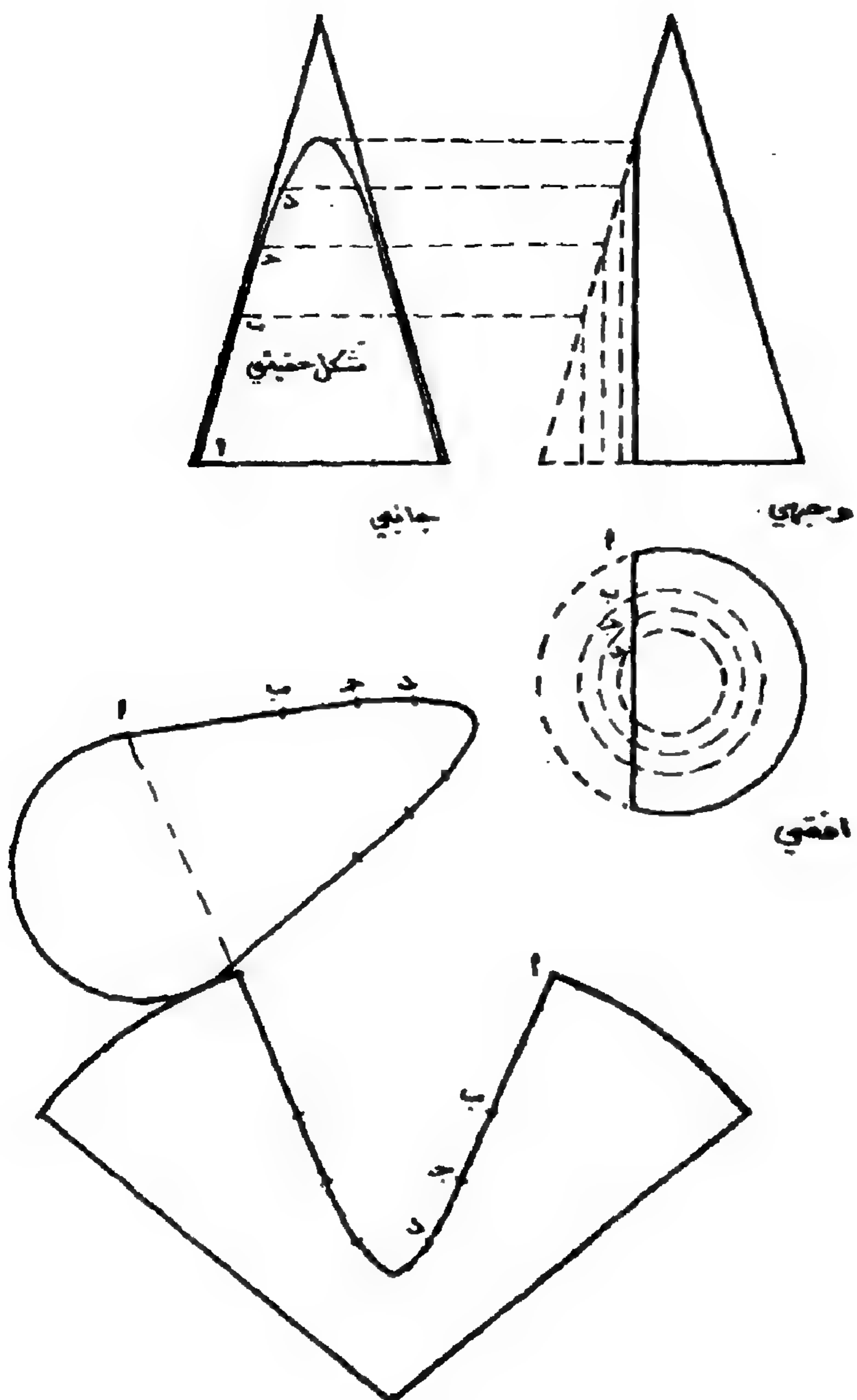
٢ - نعتبر كل منطقة من المناطق الثلاث سطحا مخروطيا قائما •

٣ - يلاحظ ان قاعدة كل مخروط هي دائرة ، ويلاحظ ان المخروط الاول هو مخروط كامل وكل من الاثنین الآخرين عبارة عن مخروط ناقص •

٤ - من ملاحظة الشكل (٥٨ أ) يمكن اعتبار دليل المخروط الاول أ س والثاني ب ف (بالنسبة للمخروط الكامل) والثالث ح ق (بالنسبة للمخروط الكامل الذي قاعدته هي الدائرة العظمى في الكرة) ، وكذلك فان قطر قاعدة المخروط الاول هو س ع والثاني ق ص والثالث ن ر •

٥ - ومن معرفتنا لفتح سطح المخروط كامل (بالنسبة للقسم الاول) ولسطح مخروط ناقص (بالنسبة للقسم الثاني والثالث) نرى في الشكل (٥٨ ب) فتح السطح الكروي الاعلى باعتبار أ ، ب ، ج هي رؤوس المخاريط الثلاثة الكاملة واطوال الرواسم تظهر في المسقط الوجهي للكرة وهي على التناظر أ س ، ب ف ، ج ق •

٦ - وبنفس الطريقة يمكن فتح النصف الاسفل للكرة • ويمكننا حل المسألة ايضا بتقسيم الكرة الى عشرة اقسام او اثني عشر قسما بواسطة مستويات قاطعة للكرة وتمر من مركزها وفتح

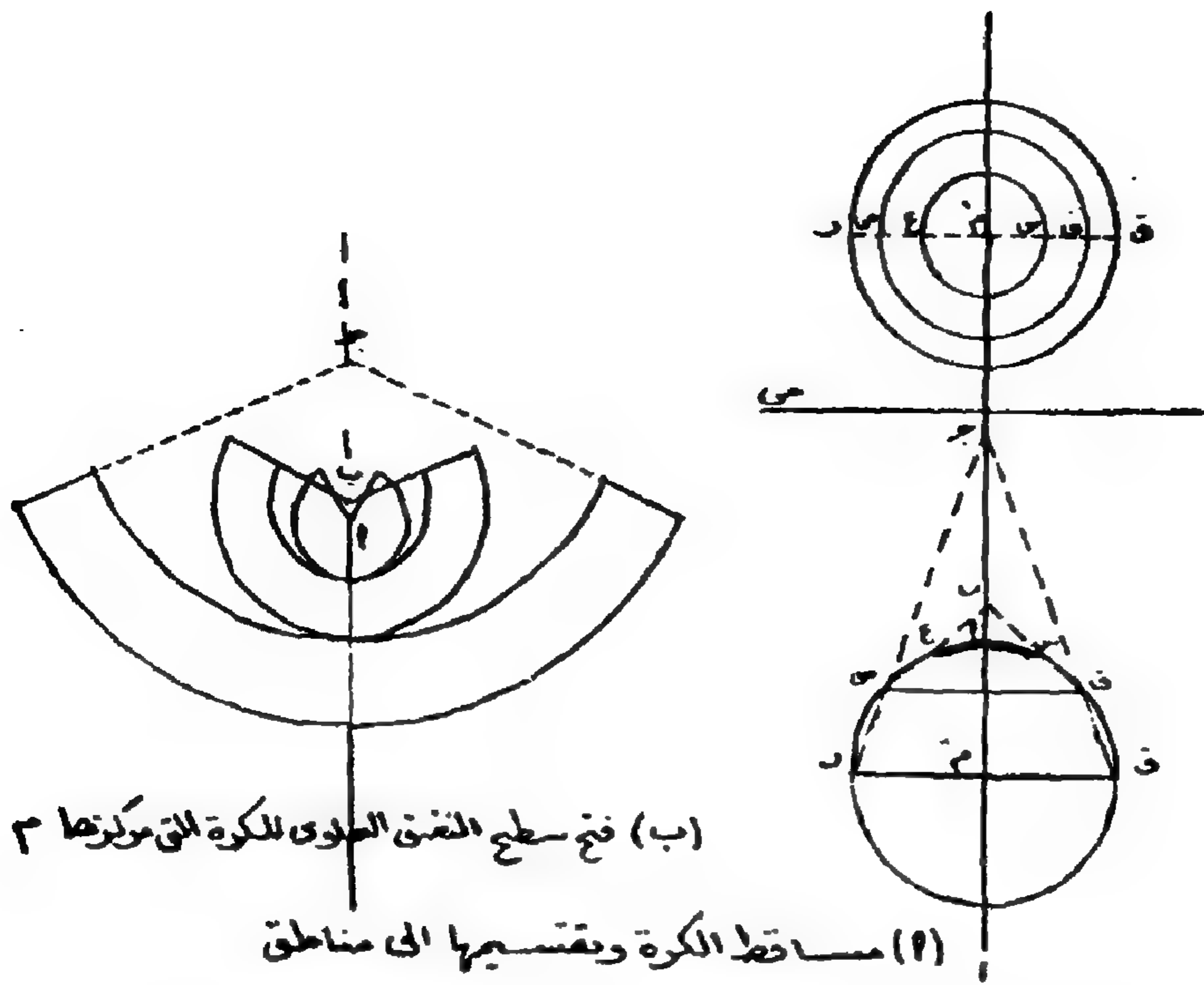


مشکل (۵۷) افراد سطح مخروط قائم قطع بمسندو شاقولی

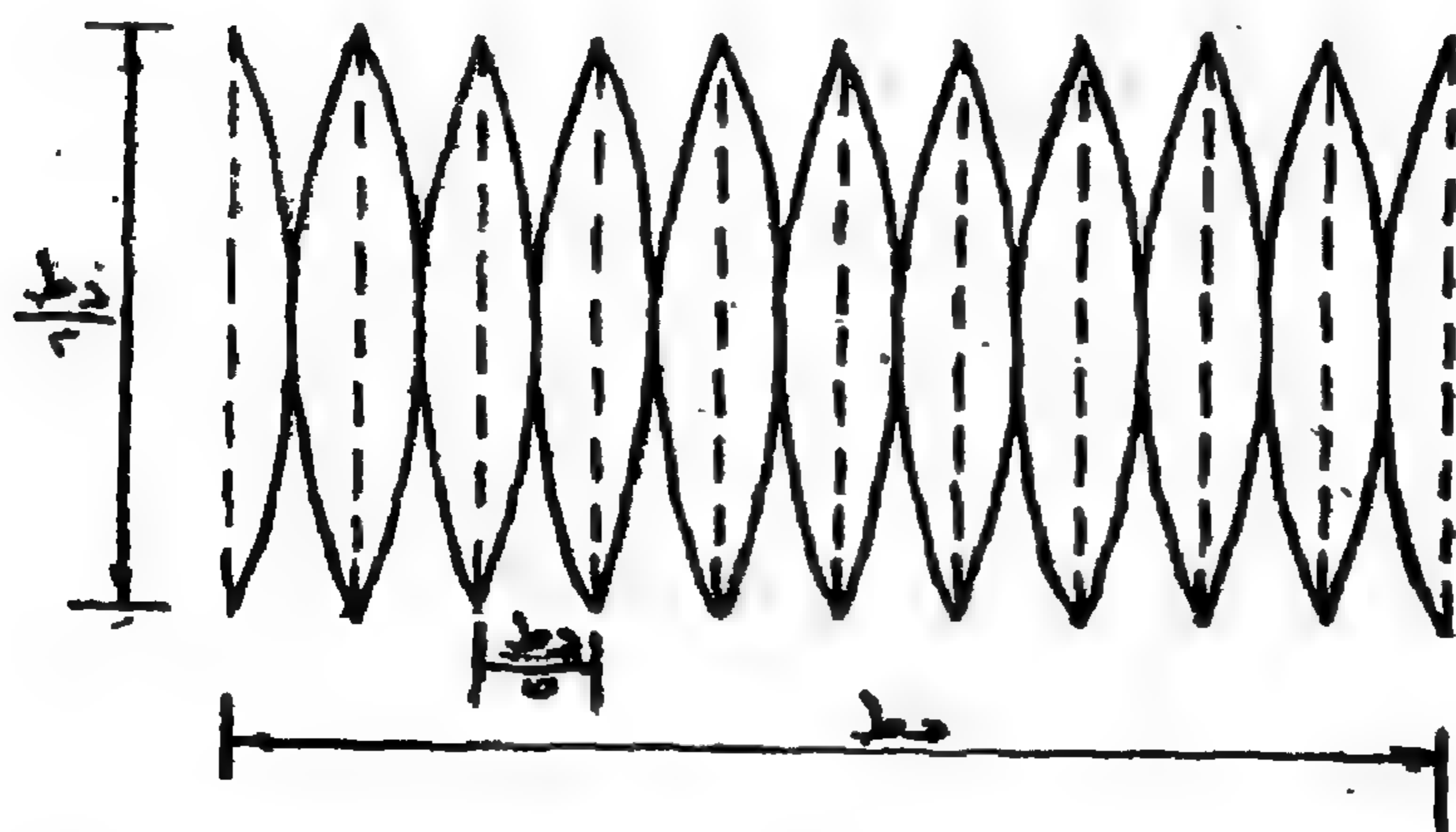
كل قسم من هذه الاقسام الهلالية الشكل على حدى ، فيكون السطح
المفرد كما في الشكل (٥٨ ب) •

مثال :

المطلوب افراد مخروط مائل قطع بمستوى •
لحل المسألة نرسم افراد المخروط باعتباره كاملاً ثم نوجد الاطوال
الحقيقية لاقسام المولدات الضرورية وخاصة المتطرفة والتي تظهر بعد
القطع • ونرسم شكل الأفراد للجزء المقطوع من المخروط فوق الشكل
الكامل للمخروط فنحدد خط افراد قاعدة المخروط المقطوع ومنحني
افراد قاعدة المخروط الكامل جزء الافراد للمخروط المائل المقطوع •



شكل (١٥٨) افراد سطح كرة بتقسيمها الى اجزاء مخروطية .



شكل (٥٨ ب) افراد الكرة بتقسيمها الى عدد من الاحلة .

تمارين على فتح السطوح

المطلوب افراد سطوح الاشكال التالية ، وحساب المساحة السطحية لكل منها .

١ - مخروط ارتفاعه ٦ سم ، وقطر قاعدته ٥ سم قطع بمستو شاقولي على بعد ١ سم من مركز المخروط .

٢ - مكعب ضلعه ٤ سم ، يخترق قاعدتيه ثقب اسطواناني قطره ١ سم محوره شاقولي .

٣ - اسطوانة ارتفاعها ٨ سم وقطر قاعدتها ٤ سم ، قطع بمستو عمودي على المستوي الوجهي ويصنع ٣٠ درجة مع الافق بحيث يبقى في الاسطوانة مولد واحد بطول ٨ سم .

٤ - مخروط قائم ارتفاعه ٧ سم وقطر قاعدته ٥ سم ، قطع بمستويين شاقولين متعامدين على بعضهما من رأس المخروط .

٥ - منشور سداسي منتظم ارتفاعه ٩ سم وقطر قاعدته ٦ سم . قطع بمستو يوازي خط الارض ويصنع ٦٠ درجة مع الافق في حالة قطعه القاعدة العليا اولا ثم في حالة عدم قطعه ايها .

٦ - منشور ثلاثي قائم ارتفاعه ٧ سم وضلع قاعدته ٣ سم . قطع بمستويين عموديين على المستوي الوجهي فشكلا ٣٠ درجة ، ١٥٠ درجة مع الافق علما بان احد احرف المنشور يبقى بطول ٧ سم .

٧ - هرم رباعي منتظم قائم ارتفاعه ٨ سم وطول ضلع قاعدته ٣ سم . قطع بمستو عمودي على المستوي الوجهي ويميل ٣٠ درجة على الافق ومن نقطة ترتفع عن القاعدة ٥ سم .

٨ - هرم سداسي منتظم قطع بمستو يصنع ٣٠ درجة مع الافق . بأحد اضلاع قاعدته .

٩ - اسطوانتان متقاطعتان يصنع محوراها ٤٥ درجة . احدهما ذات محور شاقولي وقاعدتاها اقيتان ، ومحور الثانية يوازي المستوي الجانبي للاسقاط .

١٠ - نصف كرة قطرها ١٠ مستترات ، حل المسألة بطريقتين .

الفصل الحادي عشر

الخوارط الطبوغرافية والخطوط البيانية

الخوارط الطبوغرافية هي الوسطة الوحيدة التي تظهر عدم انتظام سطح الارض الطبيعي من انخفاضات وارتفاعات وعدم استواء بصورة تخطيطية او بيانية وذلك على مسقط واحد وهو المسقط الافقي أي ان هذه الخوارط هي خلاصة المساقط والاعتماد على المسقط الافقي فقط . ان هذه الخوارط تهيأ وتستعمل من قبل المهندس المدني والمساح ومهندس التعدين والجيولوجي والقائد العسكري وغيرهم .

وفكرة المسقط الافقي او الاسقاط العمودي على مستو افقي هي ان نعين موقع النقاط الفراغية على مسقطها الافقي (راجع تمثيل النقطة) ويوضع مع النقطة دلالة او رمز او رقم يبين ارتفاع النقاط بالنسبة الى بعضها او بالنسبة الى مستوى افقي كمرجع لارتفاع النقط عنه . ويؤخذ عادة سطح البحر ويعتبر ارتفاعه صفراً . فاذا وضع رقم ٣٠ م بجانب نقطة معينة في خارطة طبوغرافية ، فان معنى هذا ان ارتفاع النقطة الشاقولي عن مستوى سطح البحر هو ٣٠ متراً . وكذلك اذا قلنا ان نقطة ما واقعة في وادي الثرثار وهي اخفض من مستوى سطح البحر ٣ امتار فانه يعبر عنها هكذا (٣- متر) في مسقطها الافقي .

وتؤخذ عادة في الخوارط الطبوغرافية مجموعات من النقاط ذات الارتفاع الواحد عن سطح البحر او عن اي مستوى للمنسوب حيث يمكن ربط هذه النقاط بخط يدعى بالخط الكوتتوري او الكنتوري . فالخط الكوتتوري اذن هو خط وهمي ذو ارتفاع ثابت ، وواقع في سطح الارض ويمكن تصور هذا الخط بأنه خط تقاطع مستوى سطح ماء راكد مع الارض الطبيعية او هو الاثر الذي يتركه الماء عند ثزوله وعلى سطح الارض . ومن اهم خصائص الخطوط الكنتورية هي : -

١ - تتناسب المسافة بين الخطوط الكنتورية تناسباً عكسياً مع انحدار الأرض .

٢ - عندما يكون انحدار الأرض ثابتاً تقريباً تكون المسافة بين الخطوط الكنتورية متساوية تقريباً ، ولذلك فعندما تكون الخطوط الكنتورية مستقيمة ومتوازية فإنها بدون شك تمثل أرضاً مستوية تماماً ومائلة .

٣ - لا تمس الخطوط الكنتورية بعضها بعضاً ولا تقاطع مع بعضها مطلقاً .

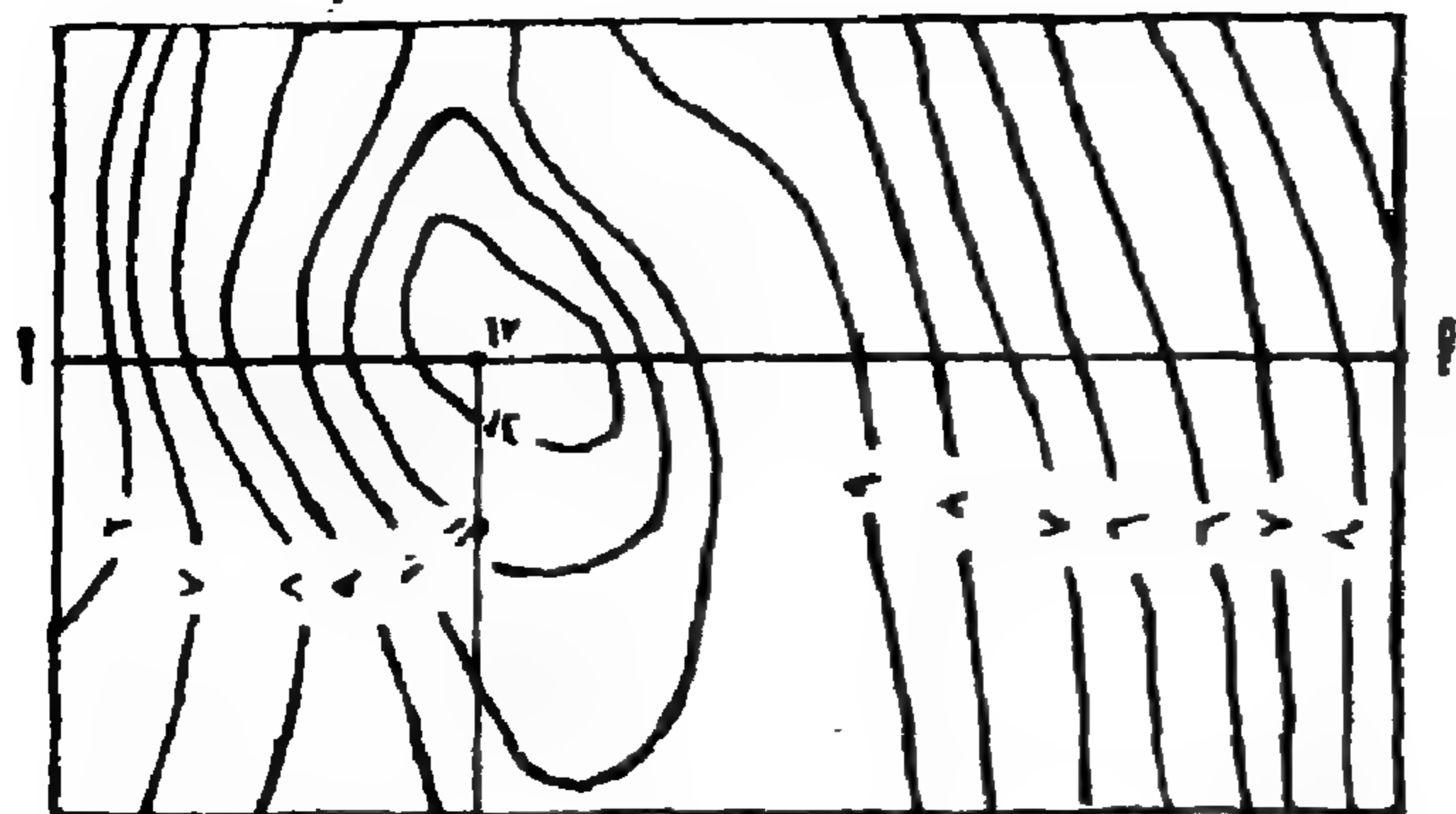
٤ - لا يمكن أن يقع خط كنتوري واحد بين خطين لهما نفس الارتفاع سواء أعلى منه أو أقل منه .

٥ - يجب أن تكون الخطوط الكنتورية مغلقة سواء ضمن حدود الورقة أو خارجها . أي لا يوجد خط كنتوري متقطع أو منقطع انظر الشكل (٥٩) .

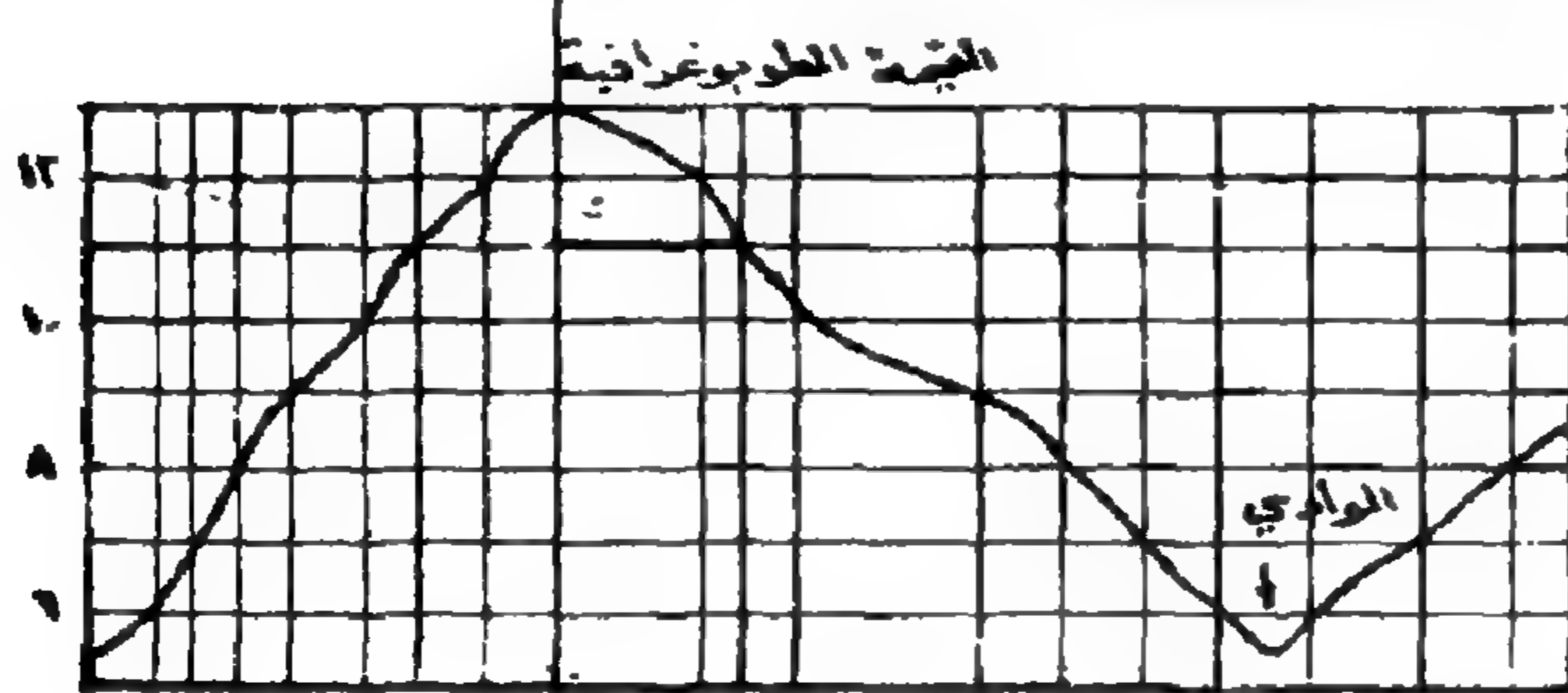
٦ - وأخيراً فإن الخطوط الكنتورية تكون عمودية على خط الوادي (Valley Line) وخط القمة (Ridge Line) وذلك لأن الخطوط الكنتورية هي خطوط ذات نفس الارتفاع فهي عمودية على أكبر انحدار ، أي الخطين المذكورين .

وفي الشكل (٥٩) يلاحظ المقطع أ - أ وتظهر فيه الانحدارات الشديدة والقليلة ، وبمقارنة المقطع بالمسقط الأتقي للخطوط الكنتورية نرى أن الخطوط القريبة تعني انحداراً شديداً في المنطقة والخطوط المتباعدة تعني انحداراً قليلاً .

ومن ملاحظة المخروط المين في الشكل (٦٠) ومسقطه الأتقي نجد ظهور مسقط الدوائر أو القطاعات الأتقية في المخروط الناتجة من قطعه بمستويات اتقية . ويقابل رأس المخروط هنا القمة الطبوغرافية (Topographic Crest) حيث أن المخروط هو شكل منتظم بينما الأرض الطبيعية ليست منتظمة ، ولذا يكون في الطبيعة خط مستقيم أرض مستوية تماماً .

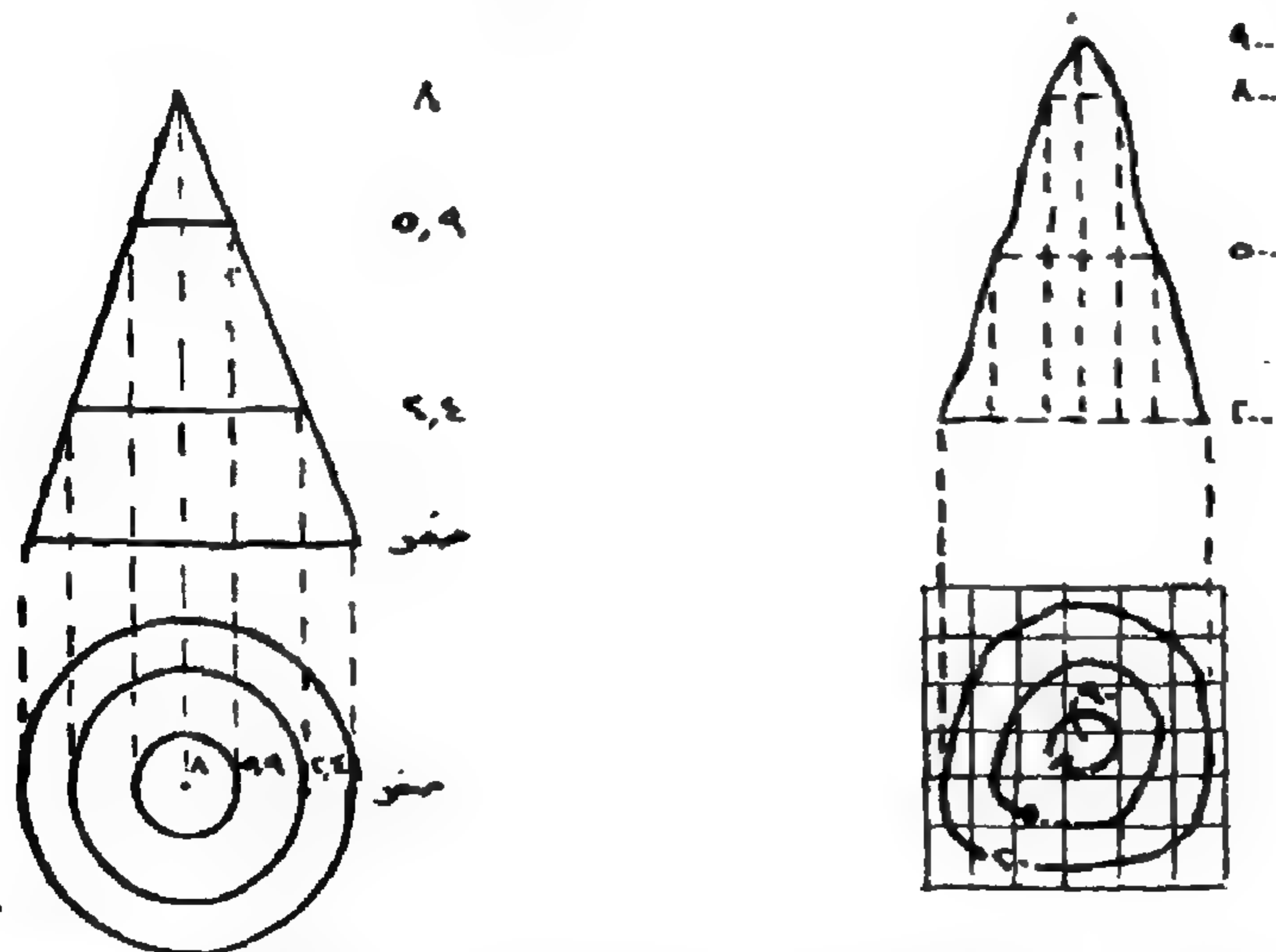


المسقط الافقي



المقطع (P-P)

شكل (٥٩) خارطة طبوغرافية ومقطع طولي نموذجي



شكل (٦٠) مقارنة بين مساحات التطلعات الافقية في ظروف منتظم ومرتفع طبيعي.

كيفية عمل الخوارط الكنتورية :

ان أهم الطرق المستعملة لرسم الخطوط الكنتورية هي : أولا - المسح بالاشعة ، ثانيا - المسح بالمربعات ويسمى بالمسح الشبكي أو التضليعي ، ففي الطريقة الاولى كما في الشكل (٦١ أ) تؤخذ من نقطة واحدة (وقفة) على سطح الارض عدة مستقيمت اشعاعية وباتجاهات متنوعة ، ثم تقرأ الارتفاعات على موقع واحد في كل شعاع أو أكثر من موقع واحد مع قراءة المسافة التي تقابل كل ارتفاع وذلك بطريقة الـ (Stadia) التي تدرس في موضوع المساحة ، وبعد الحصول على عدة نقاط من النقطة الاصلية (الوقفة) وتكون هذه النقاط الآن معلومة البعد والارتفاع ، فسيمكنا بكل سهولة تعيين الخطوط الكنتورية باختيار انتقال مناسب (Interval) كأن يكون كل متر أو اثنين أو خمسة أو عشرة أو قد يكون كل نصف أو ربع متر ، ويختلف هذا باختلاف المنطقة الطبوغرافية من جهة فكلما كانت الارض منبسطة أكثر كلما قل الانتقال بين الخطوط الكنتورية الضرورية لتوضيح الارض موضوعة البحث والعكس بالعكس ، ومن جهة أخرى تختلف متطلبات الخطوط الكنتورية بالنسبة للمشاريع التي هي في دور المسح والتصميم ، كأن تكون لغرض الاصلاح الزراعي أو لتنظيم قنوات الري والبيزل أو لانشاء مدرسة أو ثكنة أو سدة ترابية أو سد خرساني لخزن الماء أو جسر أو لهيئة خارطة جيولوجية أو غيرها . فيقال عن الخوارط التي تزداد ارتفاعات خطوطها الكنتورية كل مترين مثلاً انها ذات انتقال مترين 2 Meter Interval وذات انتقال عشرة أقدام 10 feet Interval وهكذا . ففي الشكل (٥٩) نجد ان الانتقال بين الخطوط الكنتورية هو مترواحد .

وفي الطريقة الثانية والمبينة في الشكل (٦١ ب) تؤخذ الارتفاعات في كل نقاط التقاطع ثم تربط المضلعات ببعضها مع ملاحظة غلق المضلعات وتحقيق المضلعات المتجاورة بعضها ببعض وتصحيحها ، وليس في نطاق موضوعنا الآن ان نشرح كيفية تصحيح خطأ الغلق .

ويلاحظ في الشكل (٦١ ب) اننا استعنا بأقطار المضلع وهذه هي الطريقة الدقيقة في رسم الخطوط الكنتورية .

بعض الاصطلاحات المستعملة في الجيولوجيا والطوبوغرافيا

ميل الطبقة الصخرية (Dip) : وهو ميل مستو معلوم أو الزاوية التي يصنعها المستوي مع مستوي الاسقاط الافقي ، ويعبر عن ميل مستو بقيمة عددية تبين مقدار الزاوية المذكورة ويعقبها اتجاه المستوي بالنسبة للاتجاهات الاربعة فمثلا يقال ٣٥ درجة شرق (★) أو ٤٣ درجة ج ق وهكذا . وفي الشكل (٦٢) نجد ان زاوية الميل تساوي ٤٥ درجة ش ق .

اتجاه الطبقة (Strike) : ويقصد باتجاه الطبقة ، انحراف مستقيم افقي في مستوى الشمال ، فيقال مثلا ش ٢١ درجة ق أو ش ٤٧ درجة غ وهكذا . وفي الشكل (٦٢) نرى اتجاه الطبقة هو ش ٦٠ درجة غ ، ويدعى المستقيم المذكور بخط الاتجاه (Strike Line) ويسمى اتجاه مسقط المستقيم الافقي انحرافا (Bearing).

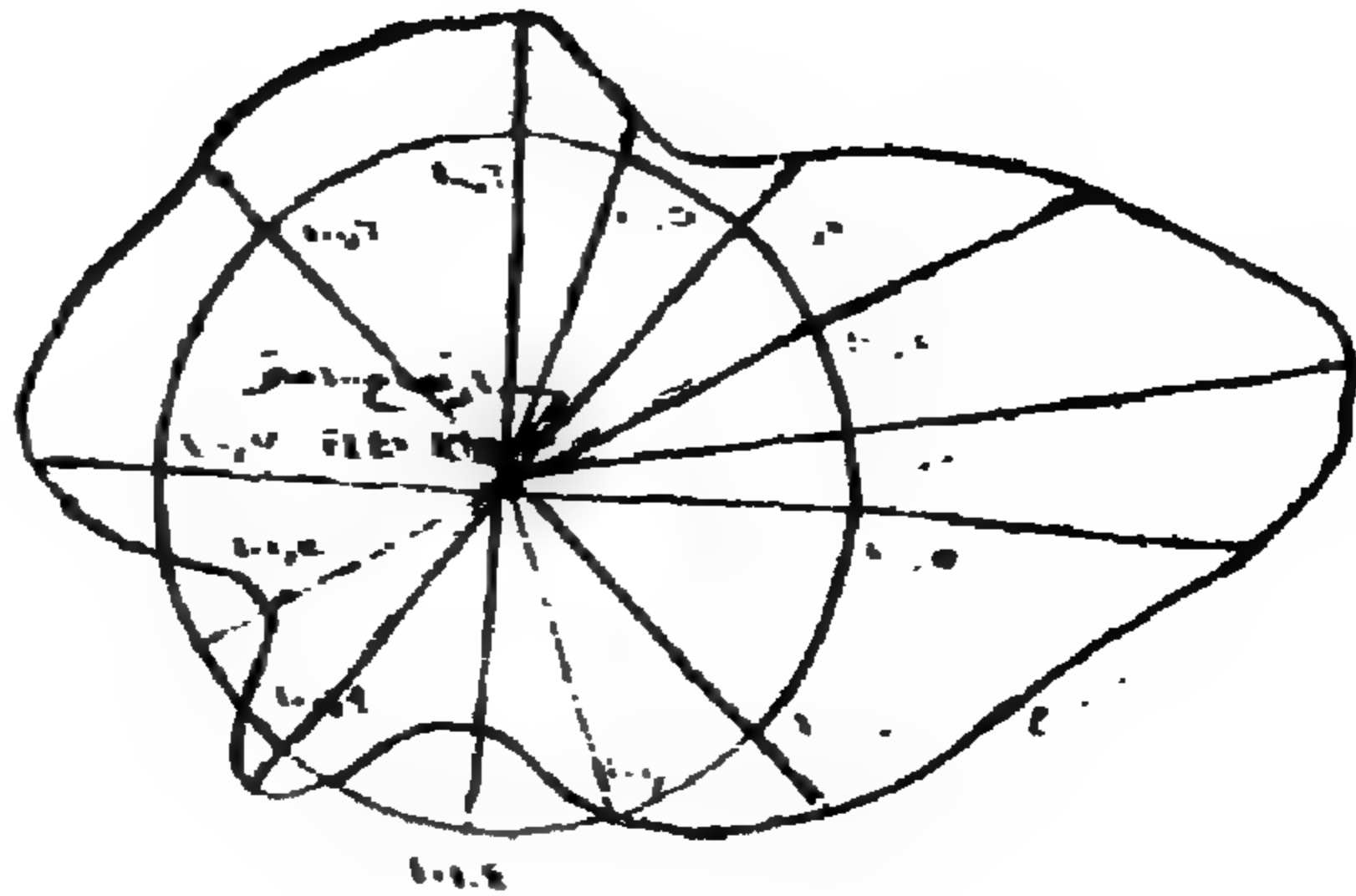
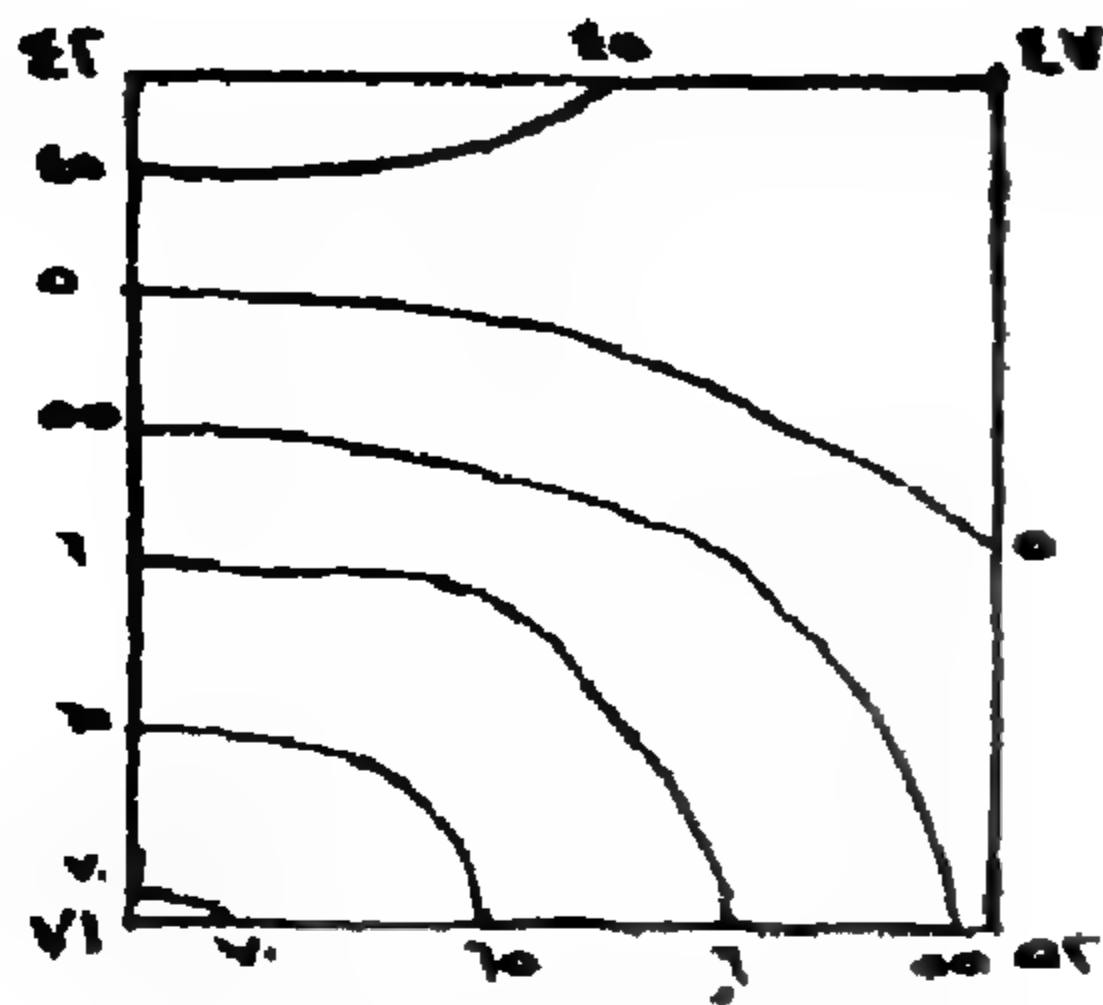
سمك الطبقة Thickness of Vein : ان كل طبقة صخرية محددة بمستويين متوازيين على الاكثر ، فالمساحة العمودية بين هذين المستويين هي سمك الطبقة ، ويسمى المستوى الاعلى حائطا معلقا (Hanging Wall) والمستوى الاسفل بالقدم (Foot Wall).

بروز الطبقة (Outcrop) : وهو خط تقاطع مستو مع سطح الارض .

الحفر او القطع او القص (Cut) : هو السطح الناتج من اخراج التربة من تحت مستوى الارض الاصلي بنظام معين .

الدفن او المليء (Fill) : هو السطح الناتج من وضع التربة

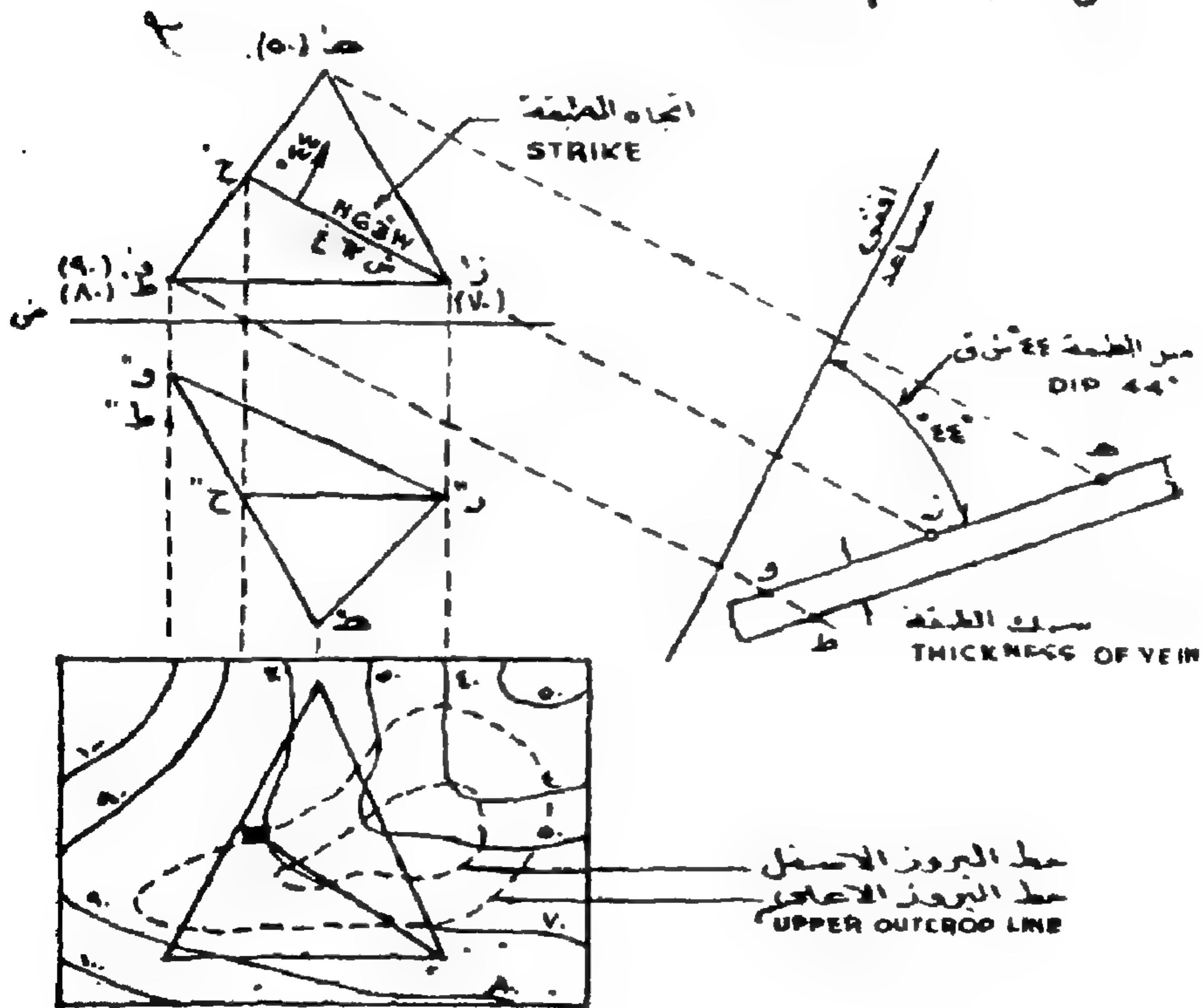
(★) يرمز للاتجاهات الاربعة وهي الشرق والجنوب والغرب والشمال بالحروف العربية ق ، ج ، غ ، ش وفي الانكليزية N'W'S'E على التوالي .



الطريقة الشبكية

الطريقة الشعاعية

شكل (٦١) رسم المخطوط الكنتورية

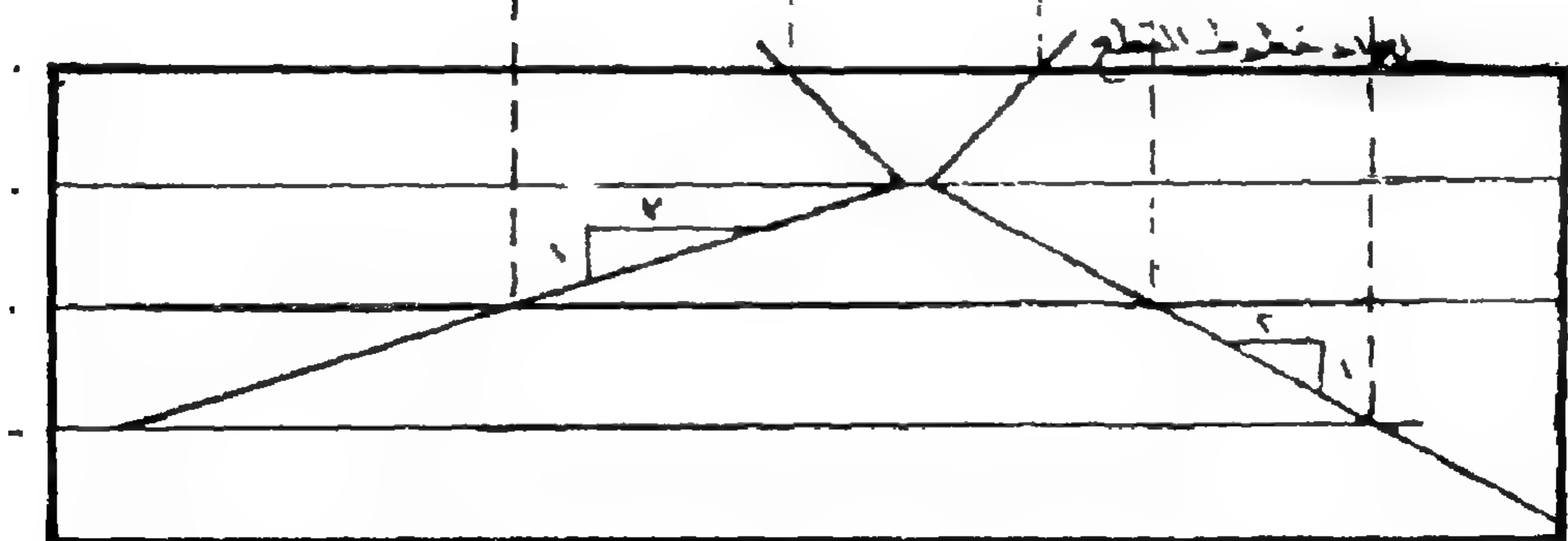
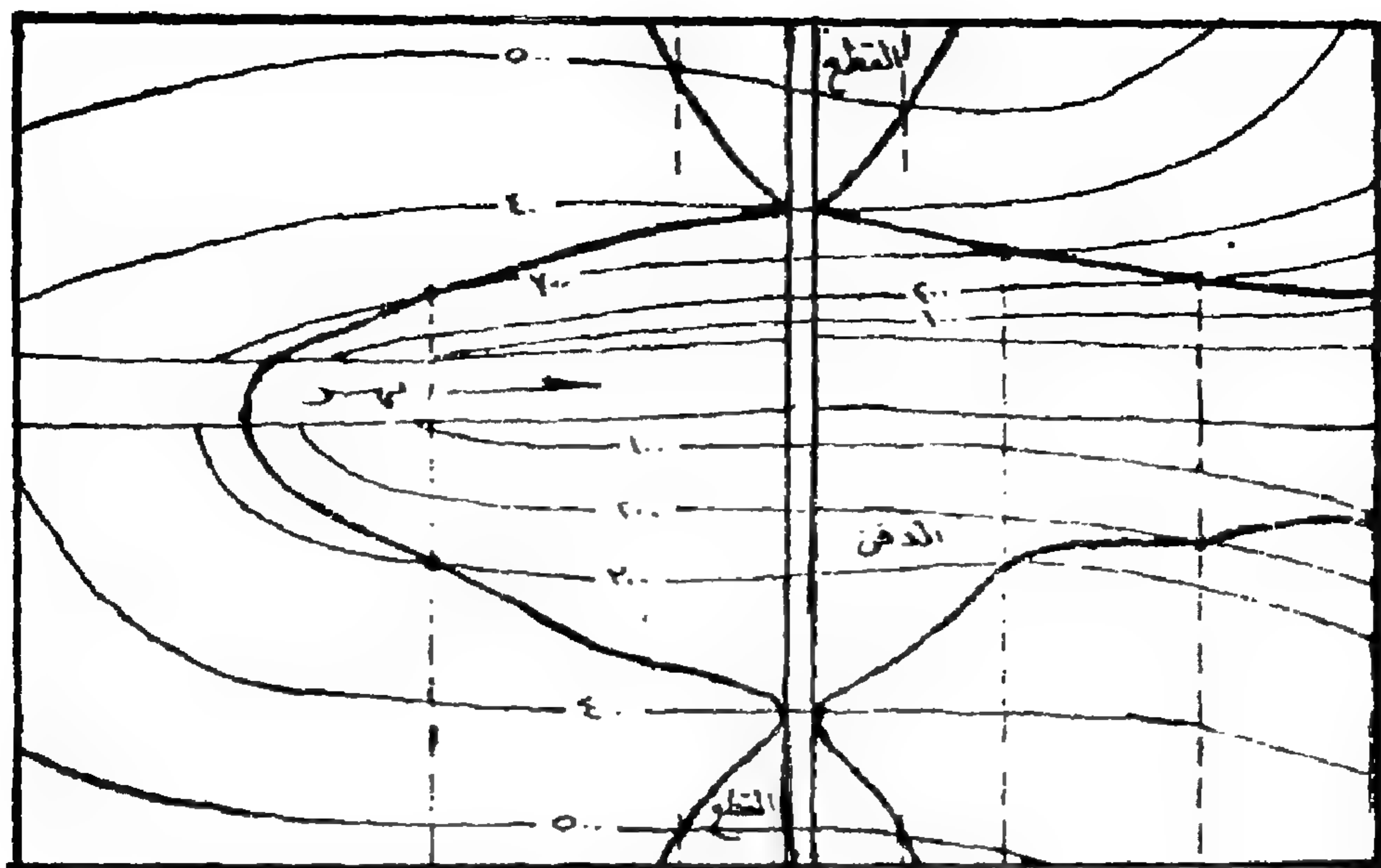


شكل (٦٢) (أ و ب) مصطلحات جيولوجية

فوق الارض الطبيعية بنظام معين •

خطوط الحفر والدفن (Dump Lines) : هي عبارة عن خطوط تقاطع مستويات القطع او الدفن مع سطح الارض ، ويستفاد منها كثيرا في شق الطرق والقنوات وفي تصميم السدود وغيرها .. فكلما كانت المسافة كبيرة بين هذه الخطوط كلما كان الحفر أو الدفن كبيرا والعكس بالعكس • انظر شكل (٦٣) •

الممرات الشاقولية (Shafts) : وهي عبارة عن حفر شاقولية أو آبار ، وقد تستعمل في حفر الاتفاق أو في المناجم لتصل بين النفق والفضاء على سطح الارض أو للوصول الى قعر المنجم أو للتهوية أو النقل أو غيرها •



شكل (٦٢) خطوط الدفن والمقطع

الخطوط البيانية

الخط البياني هو الخط الذي يبين العلاقة بين دالتين أو متغيرتين أو أكثر ، ويستعمل في كافة مجالات العلوم الهندسية والرياضية وفي وجود عدد سكان منطقة ما أو سكان العالم بعد ٢٠ سنة أو أكثر ، اذا ما علمنا عدة احصائيات سابقة لسنين مختلفة . وكذلك معرفة النسبة المئوية للرطوبة الموجودة في تربة معينة ، بحيث تعطي أكبر كثافة للتربة، اذا علمنا عدة نقاط تمثل العلاقة بين وزن التربة الجافة والرطوبة التي تقابل هذا الوزن ، ومن فوائد الخط البياني ايضا التنبؤ عن كمية التصريف في نهر ما وعلاقته بارتفاع الماء في منطقة معينة أو لوجود العلاقة بين حجم غاز وضغطه في ظروف معينة وأمثلة عديدة يمكن أن تجابها في حياتنا العملية وفي مختلف مجالات العلوم والبحوث .

والخط البياني نوعان :

اولهما ، الخط البياني الرياضي ، والذي يرسم بعد معرفة المعادلة الرياضية .

وثانيهما ، الخط البياني الهندسي او العملي ، والذي يمكن وجوده بعد معرفة عدة نقاط أو علاقات بين المتغيرات .
وفيما يلي الفرق بين الاثنين : —

الخط البياني النظري (الرياضي)	الخط البياني العملي
١ - له معادلة رياضية يسير بموجبها مثل $s = vt^2 - 12$ أو غيرها .	ليست له معادلة رياضية في أول الامر ولكن يمكن ان نوجد أو نستنتج معادلة رياضية له فيما بعد .
٢ - صحيح ١٠٠ بالمائة ، ويمكن رسمه بدقة متناهية باستعمال أدوات الرسم الهندسي المختلفة .	لا يمكن اعتباره صحيحا ١٠٠ بالمائة ، ولكن تتوقف درجة ضبطه على الدقة في الرسم والمنطق الصحيح والخبرة .
٣ - يكون الخط البياني هو الخط الوحيد الذي يمثل العلاقة بين المتغيرات .	قد يوجد أكثر من حل واحد للمسألة ، وقد يعتبر كل منها صحيحا الى درجة ما .
٤ - يمكن مد الخط الى أي حد نريده بحيث ان كل نقطة من نقاطه تحقق المعادلة .	لا يمكن مده أكثر من منطقة محدودة : أكثر من الارقام الكبيرة بقليل ، وأقل من الارقام الصغيرة بقليل أيضا .
٥ - تقع كل النقاط على المنحني ولا يجوز اعتبار نقطة خارجة عنه ، صحيحة في أي حال من الاحوال .	ليس من الضروري ان تقع كل النقاط على الخط وقد يحدث أن لا يمر الخط ولو بنقطة واحدة ولكنه طبعاً يمر بالقرب من معظمها .
٦ - لا يمكن التصرف بالخط البياني أي لا يستطيع المهندس أو الباحث ان يكيّفه حسب ما يراه مناسباً .	يمكن ان يرسم بتصرف حسب المنطق والمعلومات والظروف التي تخص العلاقة بين المتغيرات .

مثال ١ :

ارسم الخط البياني للمعادلة الرياضية $ص = ٣ + ٢س$.

الحل :

تفرض عدة قيم ل (س) ونجد القيم التي تقابلها لـ (ص) ، ثم نرتب القيم في جدول كما يلي ، وبعده نصل بين النقاط للحصول على الخط البياني المطلوب . انظر الشكل (٦٤) .

س	١	٢	٣	٤	صفر	١	٢	٣
ص	٤	٧	١٢	١٩	٣	٤	٧	١٢

مثال ٢ :

اوجد الخط البياني الذي يربط العلاقة بين حجم غاز وضغطه مع ثبوت درجة حرارته اذا اعطيت الارقام المختبرية التالية :

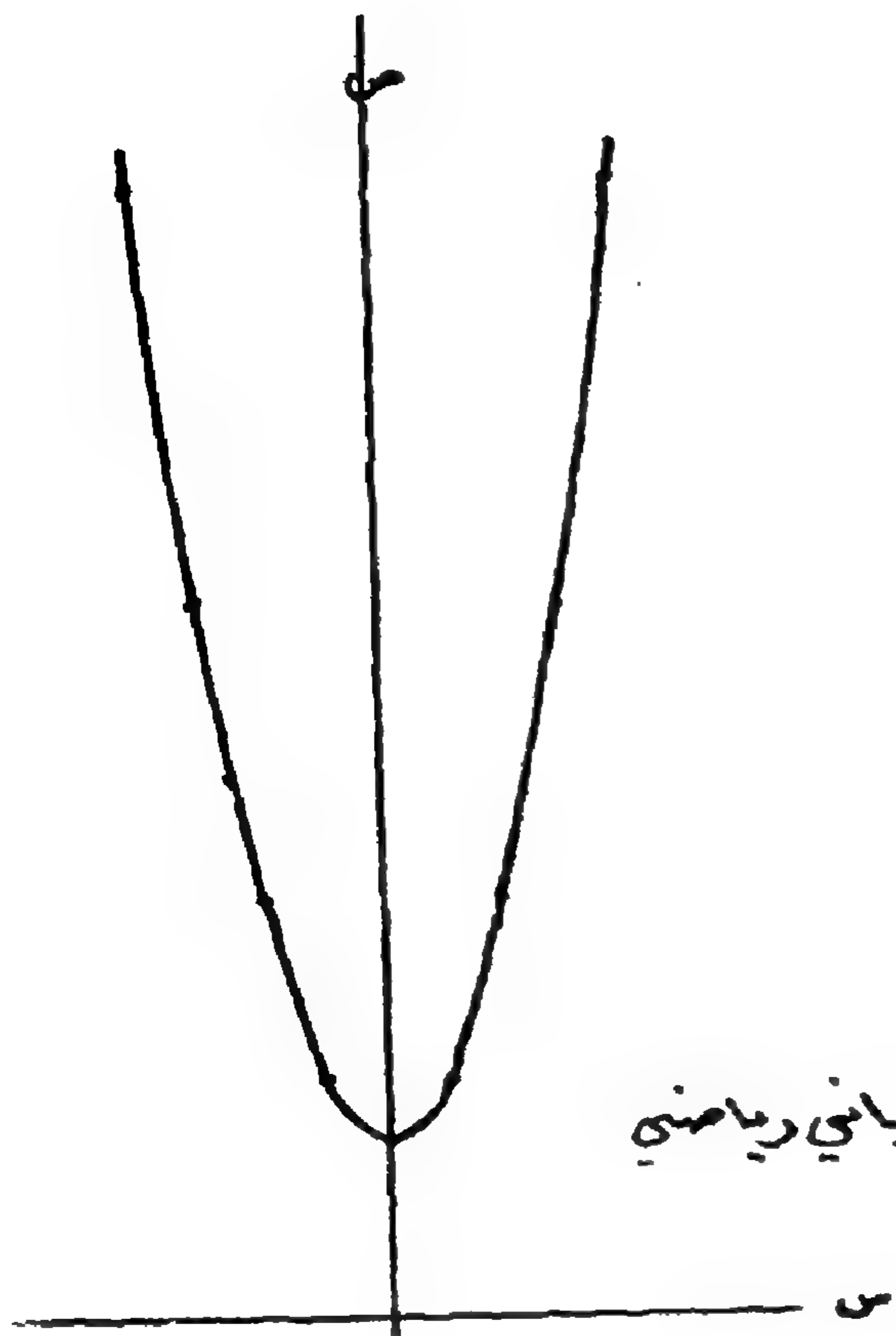
حجم الغاز (سم ^٣)	٤٠٠٠	٢٨٠٠	٢٦٠٠	١٨٠٠	٨٠٠	٦٠٠	٤٠٠	٤٠٠
ضغطه (سم زئبق)	٥	٥	١٠	٢٠	٢٠	٤٠	٥٠	٧٠

الحل :

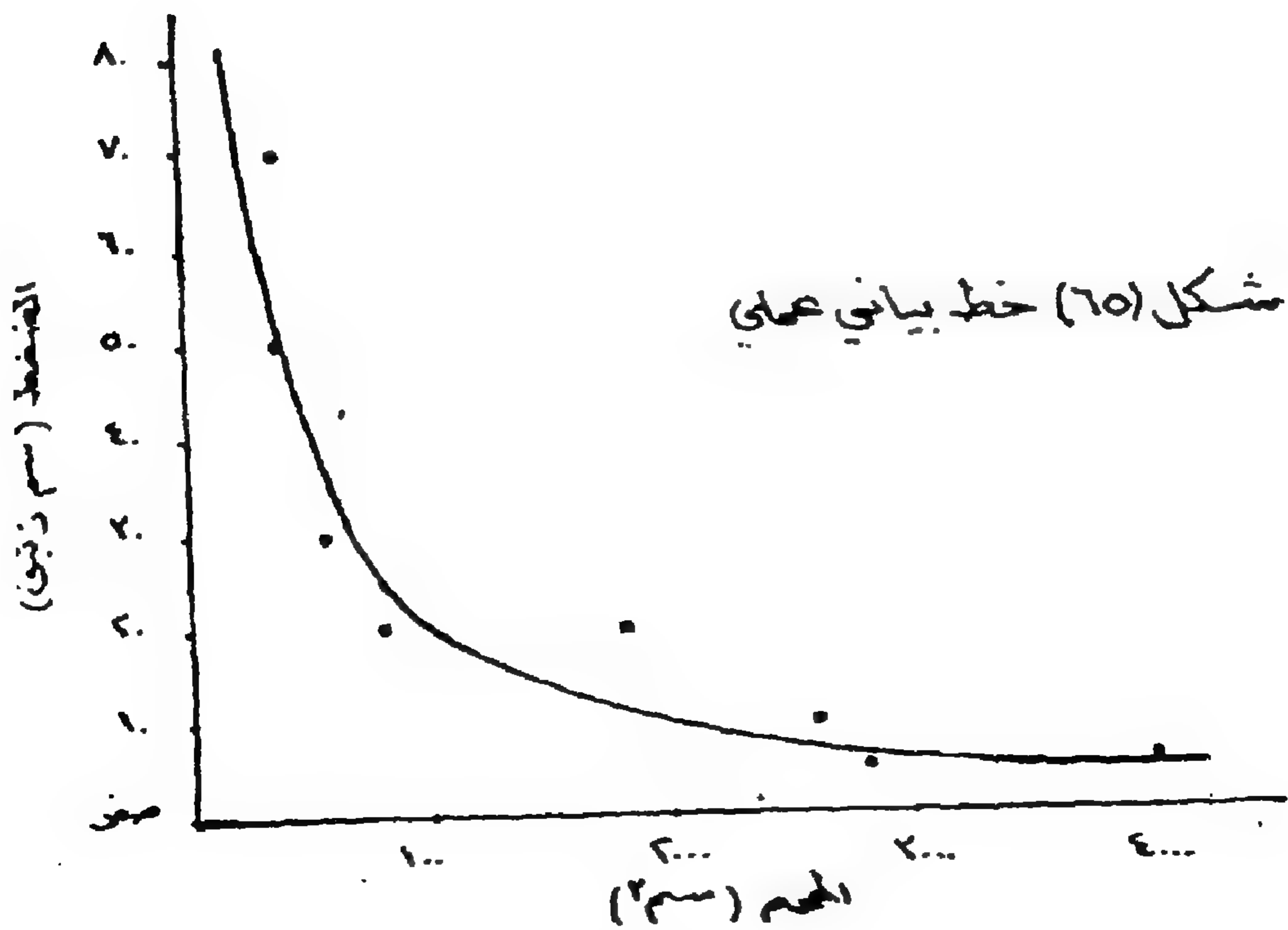
نرسم النقاط المعلومة على ورق المربعات ، بحيث يكون المحور الافقي ممثلاً للحجم مثلاً والمحور الشاقولي للضغط . ثم نختار خطاً مناسباً كما في الشكل (٦٥) .

ومن ملاحظة الشكل (٦٥) نجد ان الخط المرسوم هو احسن اختيار ، بالرغم من بعد قسم من النقاط منه . ومنه يمكن استنتاج المعادلة .

$ح \times ض = ث$ (حيث ان ح هي الحجم ، ض الضغط ، ث مقدار ثابت) .



شكل (٦٤) خط بياني رياضي



شكل (٦٥) خط بياني عملي

تمارين على الخوارط الطبوغرافية والخطوط البيانية

١ - المعلوم قساط ذات ارتفاعات معينة في الجدول الذي في أدناه ،
والمسافة بين كل قطتين هو ٢٠٠ متر .

أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
١	٣٨	٤٨	٥٦	٦٥	٧٣	٧٤
٢	٤٩	٦٠	٦٦	٧٦	٨٢	٨٣
٣	٥٢	٦٤	٧٤	٨١	٨٦	٩١
٤	٥٨	٦٨	٧٣	٨٣	٨٩	٩٥
٥	٥١	٦٢	٦٦	٧٣	٧٦	٧١
٦	٥٨	٦٦	٧٧	٧٤	٨٦	٩٥
٧	٦١	٧١	٧٩	٧٧	٨٩	٩٧

١ - المطلوب رسم الخطوط الكتورية بانتقال ٥ أمتار ، وبمقياس
١ : ١٠٠٠٠

ب - ارسم مقطعا يمر بالنقطة أ - ١ والنقطة ز - ١ ، ثم عين
القمة الموجودة في هذا المقطع .

ج - ارسم مقطعا يمر بالنقطة أ - ٢ ، و - ٦ وبين ملاحظتك .

د - ارسم مقطعا طوليا على خط منحني (قوس دائرة) مركزها
نقطة و - ١ ونصف قطرها يساوي ٨٠٠ مترا .

٢ - ارسم الخطوط الكتورية ذات الانتقال الذي يساوي ٢ متر
وبمقياس ١ : ١٠٠٠ فلو فرضنا ان طريقا عرضه ٢٠ مترا وذا
انحدار ٥٪ ويمر بين د - ١ ، د - ٦ فعين خطوط تقاطع سطوح
الانحدارات والارض (مستويات القطع والدفن) اذا كان الانحدار
الجانبى يساوي ١ : ١

٣ - بين خطوط القطع في المسألة الثانية اذا فرضنا قناة تمر بين النقطة

أ - ٦ ، ز - ٦ وارتفاع قعر القناة يساوي ٥٠ مترا عن سطح البحر وعرضها يساوي ١٠ أمتار وانحدار جوانبها يساوي ٣٠ درجة ، اعمل الانحدار الطولي لمجرى القناة .

٤ - جد الرطوبة بالنسبة المثوية والموجودة في نموذج من مزيج التربة والسمنت ، التي تعطي الكثافة العظمى للتربة ، اذا علمت النسب التالية من الرطوبة النسبية والتي تقابل وزن التربة الجافة بالباوقات لكل قدم مكعب .

الرطوبة الموجودة (بالمائة) ٩ ١٢ ١٦ ٢٠ ٢٣

وزن التربة الجافة (با / قدم ٣) ٨٠ ٦٥ ١٢٥ ١٢٠ ١٠٣
٥ - ارسم الخط البياني لسرعة الماء في مجرى ارتفاعه ٦ أمتار ، ثم جد السرعة العظمى وموقعها بالنسبة للعمق ، اذا علمت ان سرعة الماء هي بالامتار بالثانية والعمق مأخوذ من سطح الماء والى الاسفل .

السرعة (متر / ثا) ١ ٣٥ ٥ ٥ ٤ ٣٥ ٣

العمق من السطح (متر) ١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٥
٦ - في السؤال السابق ، ما هو معدل سرعة الماء بالامتار بالثانية ؟ وما هي سرعة الماء على السطح بعد الرسم ؟ ما هي نسبة السرعة على السطح الى السرعة العظمى ؟

٧ - كم يصبح عدد نفوس العالم في سنة ٢٠٠٠ ميلادية اذا علمت عدد السكان في السنوات الميئة هي كما يلي :

عدد السكان بالملايين ١٤٠٠ ١٦٧٠ ١٩٠٠ ٢٣٠٠ ٢٨٠٠

السنة - ميلادية ١٨٥٠ ١٩٠٠ ١٩٤٠ ١٩٥٠ ١٩٦٣

٨ - كم يصبح عدد نفوس العراق في سنة ١٩٩٠ ميلادية اذا علمت عددهم في السنين المقابلة كما يلي :

العدد بالملايين ١٧ر ٢٥ر ٥٠ر ٦٧ر ٧٣ر ٨٥ر ٩٦ر ١٠٧ر

السنة — ميلادية ١٩١٤ ١٩٣٠ ١٩٤٥ ١٩٥٧ ١٩٦٢ ١٩٦٥ ١٩٧٢ ١٩٧٤

٩ — قضيب حديدي طوله متر وقطره ٤ سم ، سلطت عليه قوة شد
فأزداد طوله بزيادة القوة المسلطة عليه . ارسم الخط البياني الذي
يربط الزيادة في الطول والقوة ثم جسد الزيادة في الطول عندما
تكون القوة المسلطة عليه ٢٠ طن ، ثم ٢ طن .

القوة بالاطنان ٤ ٥ ٥٥ ٦ ٧ ١٠ ١٢

الزيادة في الطول (بالملمترات) ٢ ٣ ٦ ٨ ١٠ ١٣ ١٥

١٠ — ارسم الخط البياني الذي يبين تغير الجريان السنوي في نهر مع
تغير المطر المتساقط على حوضه اذا علمت كميات الجريان السنوي
والمطر السنوي بالملمترات كالآتي : —

المطر السنوي ٤٢٢ ٣٨٧ ٤٦٦ ٤٧١ ٣٣٥ ٦٦٨ ٤٠١ ٤٢١ ٢٧٢ ٣٤٦

الجريان السنوي ٨٧ ٧٩ ٩٨ ١٠٩ ٦٠ ١٥٣ ٨٩ ١٠٠ ٢٤ ٤٣

١١ — ما مقدار الجريان السنوي المتوقع في السؤال العاشر اذا كان المطر
السنوي (١) ٦٠٠ ملمتر (٢) ٧٠٠ ملمتر (٣) ٧٥٠ ملمترا ؟

الفصل الثاني عشر

هندسة المتجهات

تقسم الكميات الفيزيائية الى مجموعتين ، الاولى هي الكميات المقيسة (Scalar Quantities) والثانية هي الكميات لمتجهة او الموجهة (Vector Quantities) والاولى هي ما لها مقدار فقط كالوقت والحجم ودرجة الحرارة وغيرها أما الثانية فلها مقدار واتجاه وذلك كالقوة والاجهاد والسرعة والازاحة والتعجيل وغيرها .

ولحل المسائل المتعلقة بالمتجهات والتي لها علاقة كبيرة بالمواضيع الهندسية عامة ، تتبع إحدى الطريقتين الآتيتين : - الطريقة الاولى وهي باستعمال المعادلات الجبرية والنسب المثلثية والهندسة التحليلية وحساب التفاضل والتكامل . والطريقة الثانية وهي باستعمال الرسوم والمخططات والمستويات المساعدة التي تدرس في موضوع الهندسة الوصفية . ومن فوائد الطريقة الثانية ما يأتي : -

١ - تجنب العمليات الحسابية ، وعدم التطرق الى استخدام المعادلات الرياضية المعقدة .

٢ - اختصار الوقت اللازم لحل مسائل المتجهات بالطريقة الاخرى .

٣ - توضيح المسائل المحولة بالرسوم والمخططات وفهمها بصورة اسهل .

٤ - واخيرا فان الدقة في الاجوبة الناتجة بهذه الطريقة تكون مقبولة الى الدرجة المطلوبة في معظم مسائل المتجهات المتعلقة بالتصاميم الهندسية ان لم تقل كلها .

وقبل الخوض في حل المسائل التطبيقية المتعلقة بالمتجهات ، وذكر

الطرق المتبعة لذلك لا بد من التطرق الى التعاريف الاساسية الآتية :-
المتجهية (Vector) : هي عبارة عن خط مستقيم مرسوم
بمقياس مناسب ليمثل مقدار القوة أو الاجهاد أو غيرها ، ويوضع في
احدى نهايتيه سهم ليمثل اتجاهها .

خط الفعل (Line of Action) : هو خط تقع عليه المتجهة أو
بعبارة اخرى تعمل المتجهة على هذا الخط .

قطة التأثير (Point of Application) : هي تلك المنطقة الواقعة
في جسم ، ونمر منها المتجهة المسلطة على ذلك الجسم ، وتؤثر فيه
عندها .

المتجهات المستوية (Coplanar Vectors) : هي تلك المتجهات
الواقعة في مستو واحد .

المتجهات المتلاقية (Concurrent Vectors) : هي تلك المتجهات
التي تلتقي هي أو خطوط تأثيرها على قطة مشتركة واحدة . ويعني
هذا انه لا تقع أكثر من متجهتين في مستو واحد .

المتجهات غير المتلاقية (Nonconcurrent Vectors) : هي تلك
المتجهات التي لا تلتقي هي أو خطوط فعلها في قطة مشتركة واحدة
أو بعبارة اخرى لا يلتقي أكثر من اثنتين منها في قطة واحدة .

المتجهات المتخالفة (Non coplanar Vectors) : هي تلك
المتجهات التي لا تقع في مستو واحد ، ولا يمكن وجود قطة مشتركة
بينها .

المحصلة (Resultant) : هي تلك المتجهة الناتجة من جمع
متجهين معلومتين أو أكثر ، ويمكن ان تحل محلها ويبقى لها نفس
التأثير .

المعادلة (يكسر الدال) (Equilibrant) : هي تلك المتجهة
اللازمة لموازنة محصلة متجهتين أو أكثر وذلك للحصول على توازن

وتكون هي والمحصلة على استقامة واحدة ولكن باتجاهين متعاكسين .
المركبات (Components) : هي تلك القوى ذات الاتجاهات
المعلومة والتي اذا ما اتحدت أو اضيفت بعضها الى بعض كانت محصلتها
المتجهة الاصلية .

الشّد أو التوتر (Tension) : هو حالة الجسم الذي يتعرض
لقوى سحب متعاكسة تحاول مده أو تطويله .

الضغط أو الكبس (Compression) : هو حالة الجسم الذي
يتعرض لقوى دفع متقابلة تحاول حصره أو تقصيره .

مخطط الفراغ (Space Diagram) : هو الرسم الذي يظهر
فيه موقع واتجاه القوى ولا يشترط ان يكون بمقياس دقيق .

مخطط المتجهات (Vector Diagram) : هو الرسم الذي تظهر
فيه الموجهات بمقياس مناسب حسب نظام معين . وفائدته التمكن من
وجود القوى المجهولة في حل المسائل الهندسية وغيرها .

القوانين الاساسية للمتجهات :

١ - يمكن ان تؤثر المتجهة في أية نقطة واقعة على خط فعلها ولا يتغير
مقدارها .

٢ - تكون كل متجهتين متلاقيتين أو متوازيّتين في مستو واحد دائماً
لكن ليس من الضروري ان تقع ثلاث أو اربع متجهات في مستو
واحد .

٣ - تكون كل متجهة في مخطط المتجهات موازية لنظيرتها في المخطط
الفراغ .

٤ - يكون مخطط المتجهات التي هي في حالة توازن مضلعا مغلقا ،
اضلاعه هي المتجهات ، بحيث تسمى بداية المتجهة الثانية نهاية
المتجهة الاولى ، وبداية الثالثة للثانية وهكذا .

٥ - تعني المتجهة التي تؤثر خارج نقطة تلاقي المتجهات المتوازية شدا
والتي تؤثر نحو النقطة ضغطا .

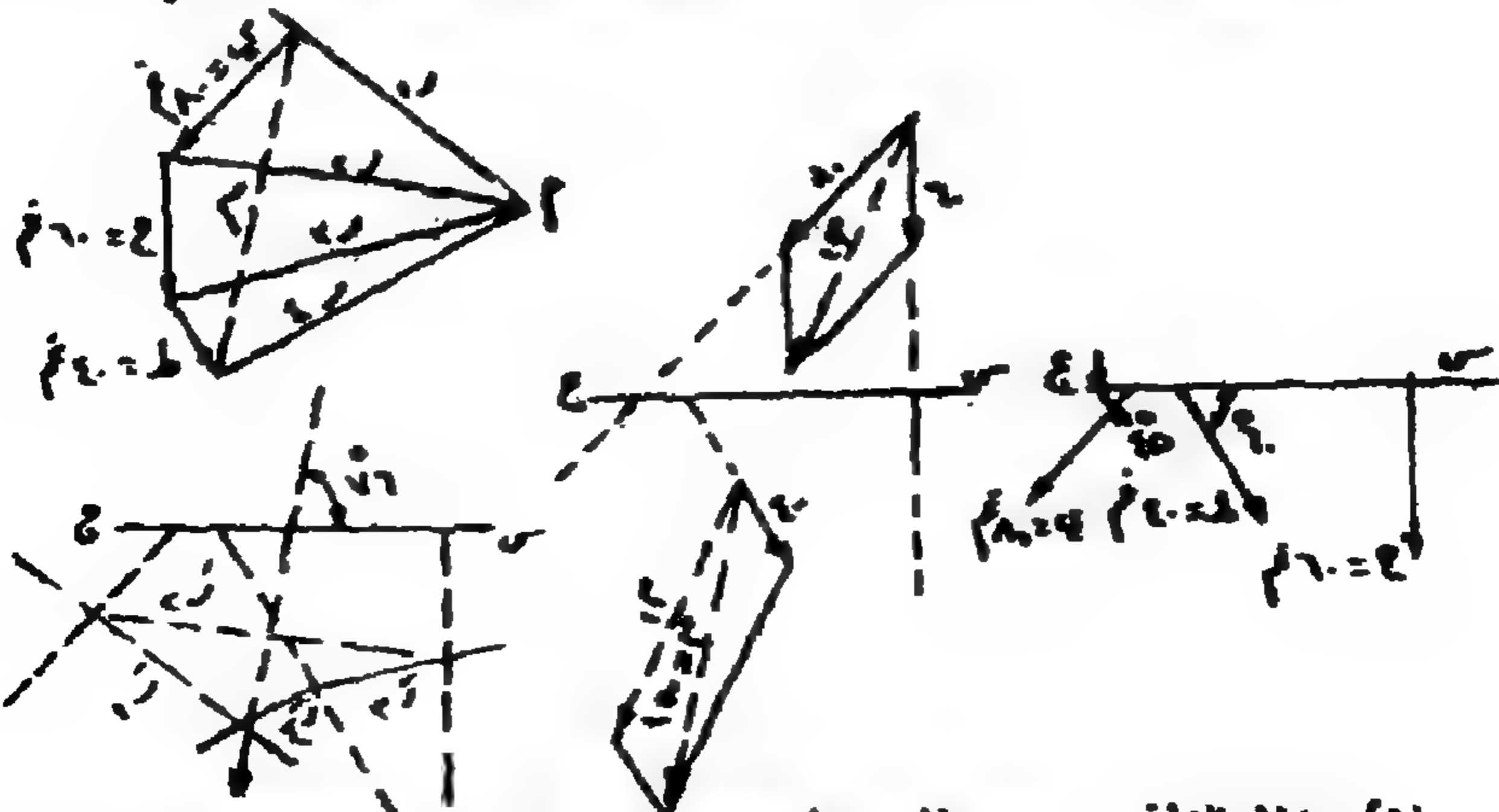
محصولات التجهيزات المتلاقية والواقعة في مستو واحد : -

هنالك طريقتان لوجود المحصلة للتجهيزات المتلاقية في نقطة واحدة والواقعة في مستو واحد وهما طريقة متوازي الاضلاع وطريقة المضلع . وتحتاج الأخيرة الى عمليات أقل من الأولى لذا فهي تستعمل أكثر لحل المسائل المتعلقة بالقوى بصورة عامة .

ففي الطريقة الأولى تكون محصلة أي متجهتين ملتقيتين قطري المتوازي الاضلاع المنشأ بواسطة هاتين المتجهتين كأضلاع له . أما في طريقة المضلع فإن محصلة أي عدد من التجهيزات هي الخط اللازم لفتح المضلع المنشأ بإضافة التجهيزات الواحدة بعد الأخرى كأضلاع له . وفي أدناه حل لمثال بالطريقتين المذكورتين ، ففي الشكل (٦٦ أ) المخطط الفراغي لثلاث قوى (متجهات) ملتقية في نقطة أ ، فبعد اختيار مقياس مناسب للرسم نرى ان الجواب واحد في كل من طريقتي الحل



(أ) مخطط الفراغ (ب) المحلة بطريقة متوازي الاضلاع (ج) المحلة بطريقة المضلع
شكل (٦٦) محصلة تجهيزات متلاقية وواقعة في مستو واحد



(أ) مخطط الفراغ (ب) المحلة بطريقة نقط التأثير (ج) المحلة بطريقة المضلع والخطوط
شكل (٦٧) محصلة تجهيزات واقعة في مستو وليست متلاقية في نقطة

شكل (٦٦ ب ، ٦٦ ج) حيث تكون المحصلة النهائية (م) ٢٨٠ غراما وتميل ١٨ درجة غرب الشمال .

محصلة المتجهات الواقعة في مستو واحد وليست متلاقية في نقطة واحدة:

هنالك طريقتان لحل المسائل المتعلقة بهذا النظام من القوى ، اولاهما طريقة خط فعل المتجهة ، والثانية طريقة مضلع القوى أو المركبات .

ففي الطريقة الاولى نجد نقطة تقاطع متجهتين من المتجهات المعلومة ، ثم نجد المحصلة بطريقة متوازي الاضلاع ، وبعده نجد نقطة تقاطع المحصلة المذكورة والمتجهة الثالثة ومن ثم نجد المحصلة لهما والتي تكون هي نفس المحصلة المطلوبة للقوى الثلاث . أما في الطريقة الثانية (طريقة المضلع) فنرسم المتجهات بحيث تمس نهاية الواحدة بداية الاخرى في رؤوس المضلع ، ومن ثم نختار نقطة خارج المضلع ونصل بينها وبين رؤوس المضلع بخطوط (اشعة) تمس متجهتين أصليتين . والآن نرسم في مخطط الفراغ وبين كل متجهتين مستقيمت موازية لتلك الاشعة على التناظر . وستشكل هذه المستقيمت مضلعا بدعى المضلع المشدود أو مضلع الدوران حيث يقع كل رأس من رؤوسه على احدى المتجهات والرأس الاخير للمضلع والناتج من تقاطع مستقيمين موازيين للشعاع الاول والشعاع الاخير في مضلع القوى يقع على خط فعل المحصلة المطلوبة .

وفي الشكل (٦٧ أ) حل لمشال بالطريقتين المذكورتين حيث نرى ثلاث قوى واقعة في مستو واحد وليست متلاقية في نقطة واحدة وهي ح = ٦٠ غراما ، ط = ٤٠ غراما ، ي = ٨٠ غراما وتؤثر على قضيب طوله ٤٠ سم ، وتبعد نقاط تأثير هذه القوى عن (ع) ٣٥ سم ، ١٠ سم ٥ سم على التوالي . فبعد اختيار مقياس مناسب للرسم نرى ان الجواب واحد في كل من طريقتي الحل شكل (٦٧ ب) ، شكل (٦٧ ح) حيث تكون المحصلة النهائية (م) ١٥٠ غم واتجاهها يميل ١٤° غرب الجنوب وتبعد نقطة تأثيرها عن (ع) ١٨ سم .

محصول المتجهات الملتقية وليست واقعة في مستو واحد :

لوجود محصول قوى ملتقية في نقطة واحدة ولكنها ليست واقعة في مستو واحد ، تلزم معرفة المساقط الاقمية والمساقط الوجيهة أو أي مسقطين رئيسين للمتجهات ، ومن ثم تحويل المساقط العمودية (Orthographic Views) الى مضلع قوى . وبما ان مضلع القوى هذا غير مغلق (الا في حالة التوازن حيث تكون المحصلة صفرا) فصل نهاية القوة (المتجهة) الاولى ببداية القوة الاخيرة في كل من المسقطين الرئيسين ونحصل على المحصلة بمسقطيها شكل (٦٨ ب) حيث يمكن وجود طولها الحقيقي شكل (٦٨ ح) ، وذلك بإسقاطها على مسـسو مساعد اولى .

ففي أدناه حل لمثال لنظام قوى متلاقية وليست في مستو واحد ففي الشكل ٦٨ (أ) المعلوم المسقطان الاقوي والوجهي لثلاث قوى هي أ ، ب ، ح والملتقية في نقطة ن ، وبعده نرسم بمقياس مناسب مضلع المتجهات في كل من المسقطين الرئيسين والحصول على مسقطي المحصلة كما في شكل ١٨ (ب) ، ثم نجد مقدار للمحصلة التي هو عبارة عن الطول الحقيقي لمستقيم في وضع عام ، ويساوي ٣٥٠ غراما كما في الشكل (٦٨ ح) .

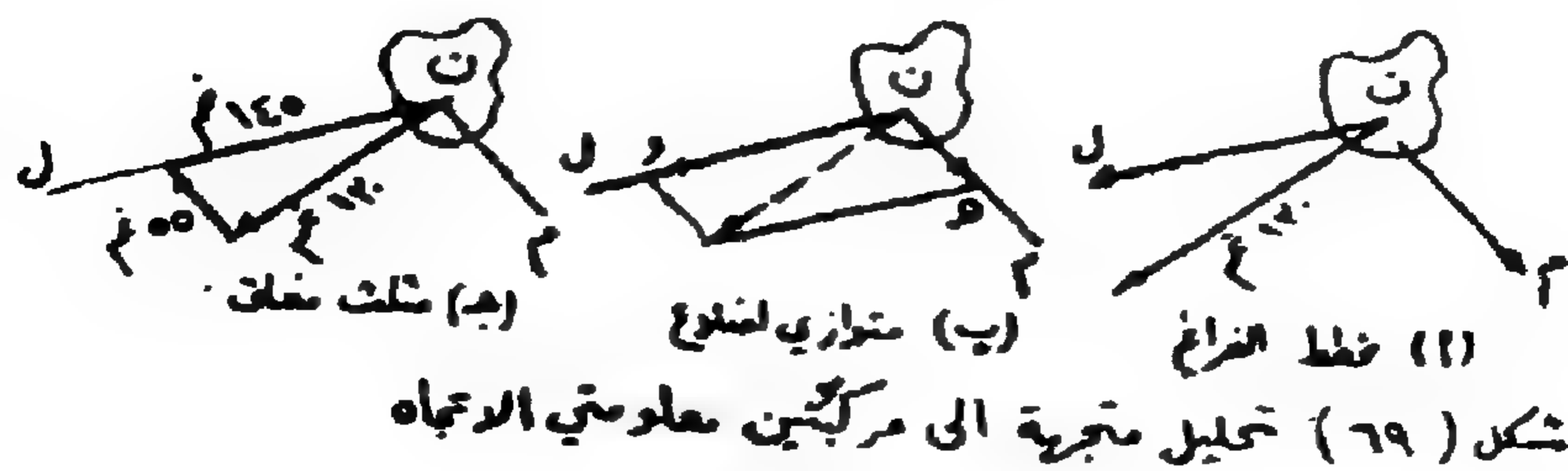
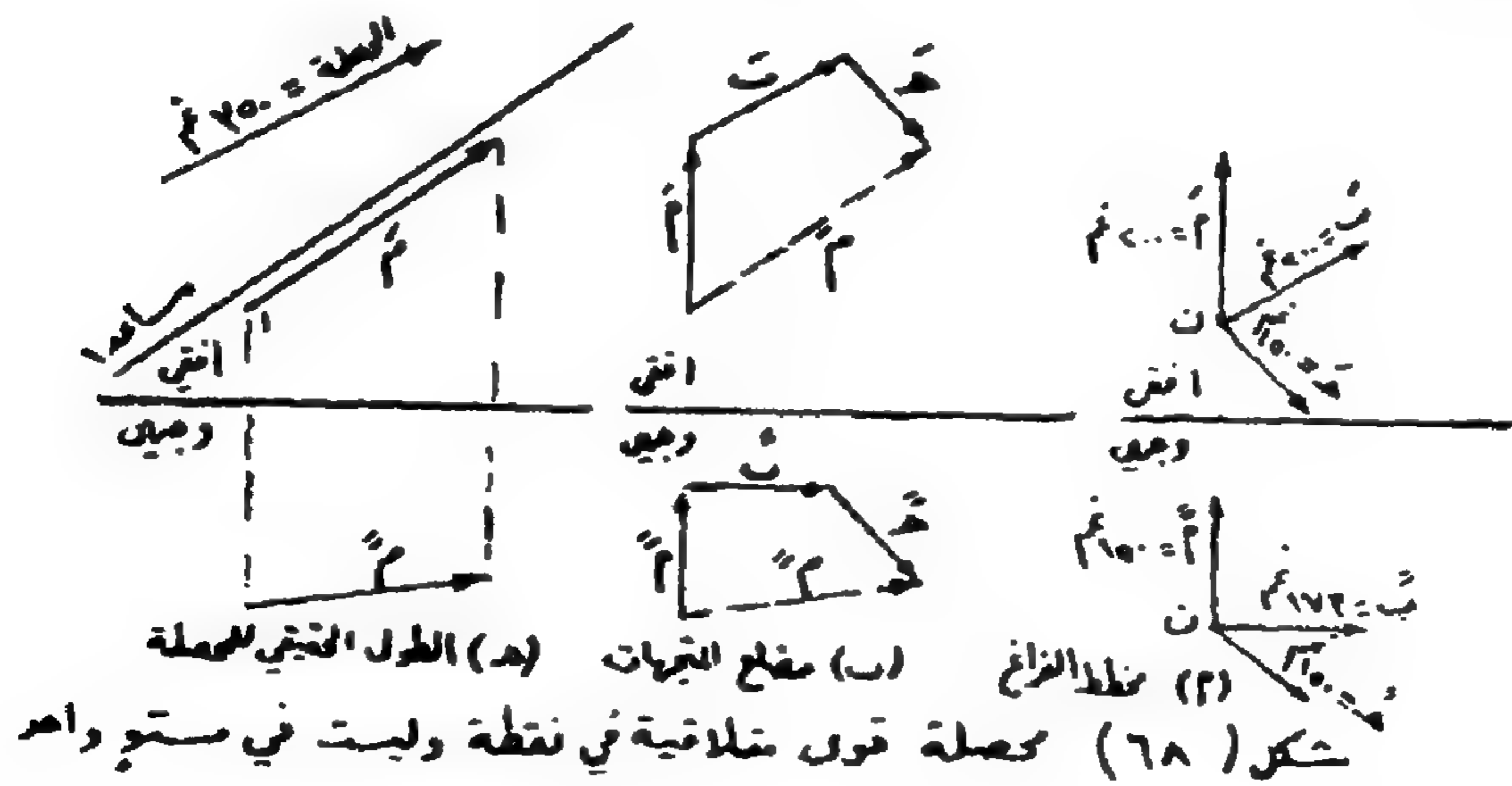
تحليل متجهة الى مركبتين متلاقيتين :

يمكن تجزئة أو فسخ اية متجهة الى مركبتين متلاقيتين واقعتين في مستو واحد وباتجاهين معلومين ويمكن ان تحل محلهما ، وتدعى هذه العملية بتحليل المتجهات ، وهي عبارة عن جعل المتجهة المطلوب تحليلها قطرا لمتوازي اضلاع اتجاهات اضلاعه باتجاه المركبات . ففي الشكل (٦٩ أ) نرى مخطط الفراغ لقوة مقدارها ١٣٠ غراما وتؤثر على جسم في النقطة (ن) والمطلوب تحليلها الى مركبتين بالاتجاهين المبيينين ، اعني باتجاه ل ، واتجاه م . ولحل هذه المسألة نختار مقياسا مناسباً ونؤشر عليه طول القوة المعلومة كما في الشكل (٦٩ ب) ثم نكمل

متوازي الاضلاع بحيث يكون ذل ، زم ضلعين فيه وذلك برسم مستقيمين موازيين للاتجاهين ل ، م على التوالي من رأس سهم المتجه (القوة) فيقطعان الاتجاهين بالم نقطتين و ، هـ على التوالي . ان المسافة ن و تمثل مقدار المركبة الاولى ، والمسافة ن ، هـ تمثل مقدار المركبة الثانية . أما في الشكل (٦٩ ج) حيث اعتبرنا المسألة وكأنها في حالة توازن فرى اكمال المثلث المغلق وذلك برسم مستقيم يوازي ن م من رأس السهم حيث يقطع ن ل ، ثم اعتبرنا اتجاه الاسهم المستمر بمثابة توازن (لماذا ؟)

تحليل متجهة الى ثلاث مركبات متلاقية :

يمكن تجزئة او تحليل أية متجهة في الفراغ الى ثلاث مركبات ملقية في نقطة واحدة وباتجاهات معلومة ، ويمكن لهذه المركبات ان تحل محل متجهة الفراغ الاصلية . وسنستخدم في حلنا للمسائل المتعلقة بهذه العملية على المستويات المساعدة (راجع الفصل السابع) وثمة



طريقتان : الاولى هي طريقة المسقط المستقيم لمسئور
Edge View of plane Method والثانية هي طريقة المسقط
النقطي لمستقيم Point View of Line Method
وفي كلتا الحالتين يجب معرفة مسقطين رئيسين للجهة المعلومة واتجاه
الركبات الثلاث .
مسألة :

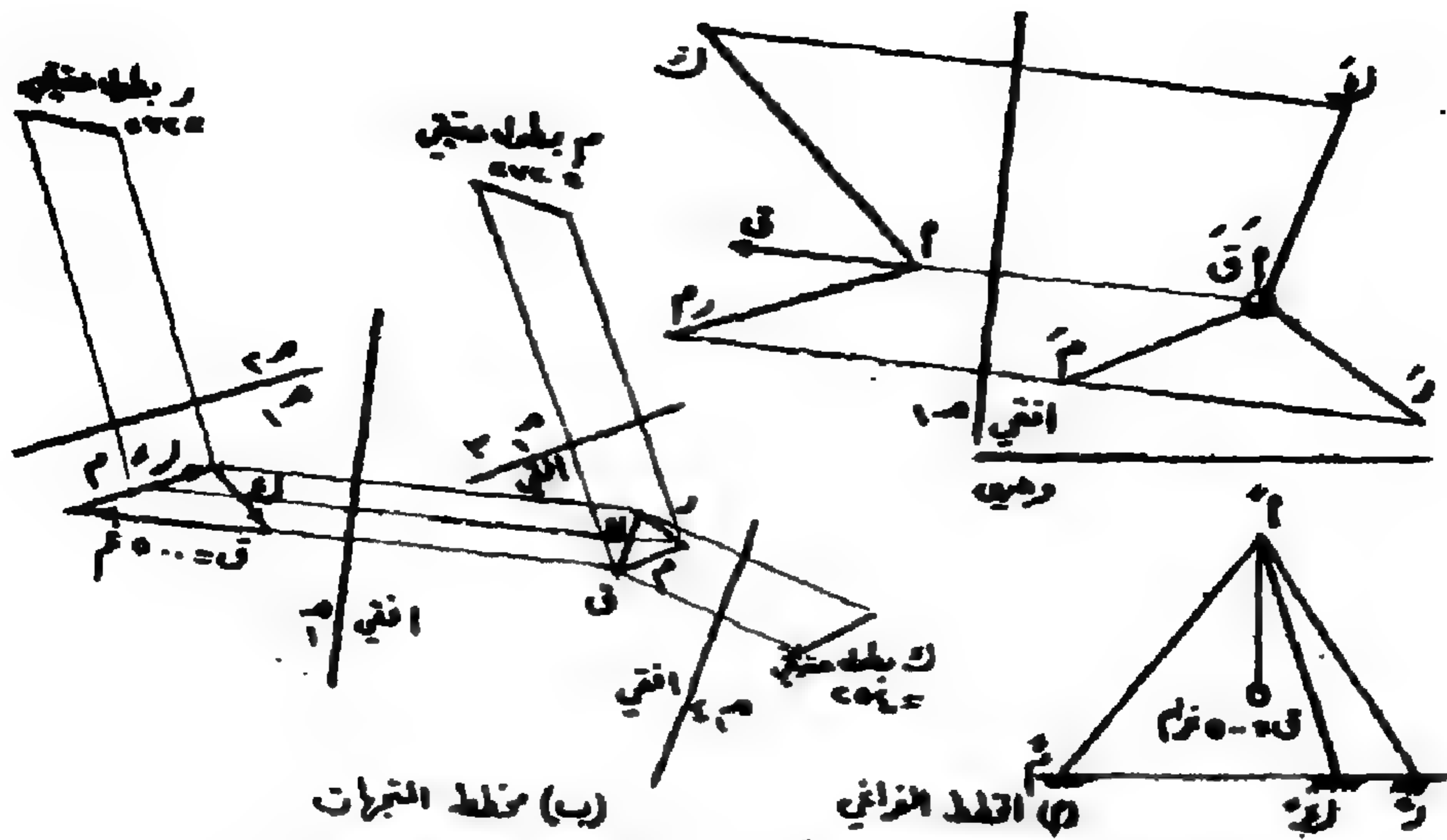
المعلوم المخطط الفراغي لركيزة ذات ثلاث قوائم تلتقي بالنقطة
(أ) وتستند على الارض بالنقاط ر ، ل ، م وتحمل ثقلا شاقوليا (ق)
مقداره ٥٠٠ كيلو غراما ، والمطلوب وجود الاجهاد في كل عضو .
ففي الطريقة الاولى نعتبر الخط ل م في الشكل ٧٠ (أ) مستقيما
افقيا يظهر بطوله الحقيقي في المستوى الاقوي للاسقاط ، فنأخذ مستويا
مساعدا عموديا عليه ونسقط عليه النقاط أ ، ر ، ل ، م فيظهر المستوى
أ ل م المار بالمستقيم ل م خطا مستقيما .

وفي هذا المستوى يمكن تجزئة المتجهة الى مركبتين احدهما تمثل
القوة أ ر والثانية تمثل قوتين مجهولتين هما في هذه الحالة أ م ، أ ر
حيث تظهران منطبقتين ، والان نستعين بالمسقط الاقوي ليساعدنا في
تقسيم هذه المركبة الى قسمين .

ففي الشكل ٧٠ (ب) نجد الطول الحقيقي لكل مركبة لوجود
المقدار الصحيح لكل من القوى او المركبات الثلاث .

ومن ثم نرسم بمقياس مناسب مخطط المتجهات وذلك برسم
خطوط موازية لمساقط المركبات على المستوى المساعد الاول والمستوى
الاقوي للاسقاط ، وبعد تعيين مضلعات القوى نجد الطول الحقيقي لكل
من المركبات بصورة مستقلة وذلك بالاستعانة بمستويات مساعدة
اخرى .

وفي الطريقة الثانية نحاول اظهار خط يمثل احدى المركبات
المجهولة بهيئة مسقط نقطة (Point View) وذلك بعد اسقاطه على
مستوى مساعد اولي لاظهار طوله الحقيقي ثم على مستوى مساعد ثانوي .



شكل (٧) تحليل قوة الى ثلث مركبات بطريقة السط المتقيم لستو

وقد اخترنا في هذه المسألة الخط أ ك الذي ظهر كنقطة في المستوى ٢م انظر الشكل ٧١ (أ) . الآن نرسم بمقياس مناسب مخطط المتجهات في المستوى المساعد الاولي والمستوى المساعد الثانوي كما في الشكل ٧١ (ب) ، على ان نرسم القوة (ق) بمقدارها الحقيقي ، ومن ثم تمكن معرفة مضلع القوى المغلق (لماذا ؟) . ومن بعده معرفة الطول الحقيقي لكل مركبة بعد اسقاطها على مستوى مساعد مواز لها .
يلاحظ من الطريقتين السالفتي الذكر ان مقدار المركبات الثلاث هو كالآتي : -

$$م = ٢٧٢ \text{ غرام} ، ر = ٢٥٤ ، ل = ٢٧٢ \text{ غرام} .$$

المزدوج الناتج من متجهات متوازية :

المزدوج هو الاسم الوصفي لقوتين متوازيتين ومتساويتين بالمقدار لكنهما متعاكستان بالاتجاه تؤثران على جسم ما وتسببان دوراناً .
وعند ذكر المزدوج يجدر بنا ان نذكر العزم الذي يشابهه في التأثير في دوران الجسم وهو مساو لحاصل ضرب مقدار احدي القوتين \times المسافة العمودية بينهما .

ففي الشكل ٧٢ (أ) توجد ثلاث قوى متوازية وواقعة في مستو

محاضرة متجهات متوازية مؤثرة على عتبة (Beam) مسننة

(a) Diagram illustrating the relationship between the angle of incidence, the angle of reflection, and the angle of refraction. The incident ray is labeled $م$, the reflected ray is labeled $م'$, and the refracted ray is labeled $م''$. The angles are labeled θ , θ' , and θ'' .

(b) Diagram illustrating the relationship between the angle of incidence, the angle of reflection, and the angle of refraction. The incident ray is labeled $م$, the reflected ray is labeled $م'$, and the refracted ray is labeled $م''$. The angles are labeled θ , θ' , and θ'' .

(c) Diagram illustrating the relationship between the angle of incidence, the angle of reflection, and the angle of refraction. The incident ray is labeled $م$, the reflected ray is labeled $م'$, and the refracted ray is labeled $م''$. The angles are labeled θ , θ' , and θ'' .

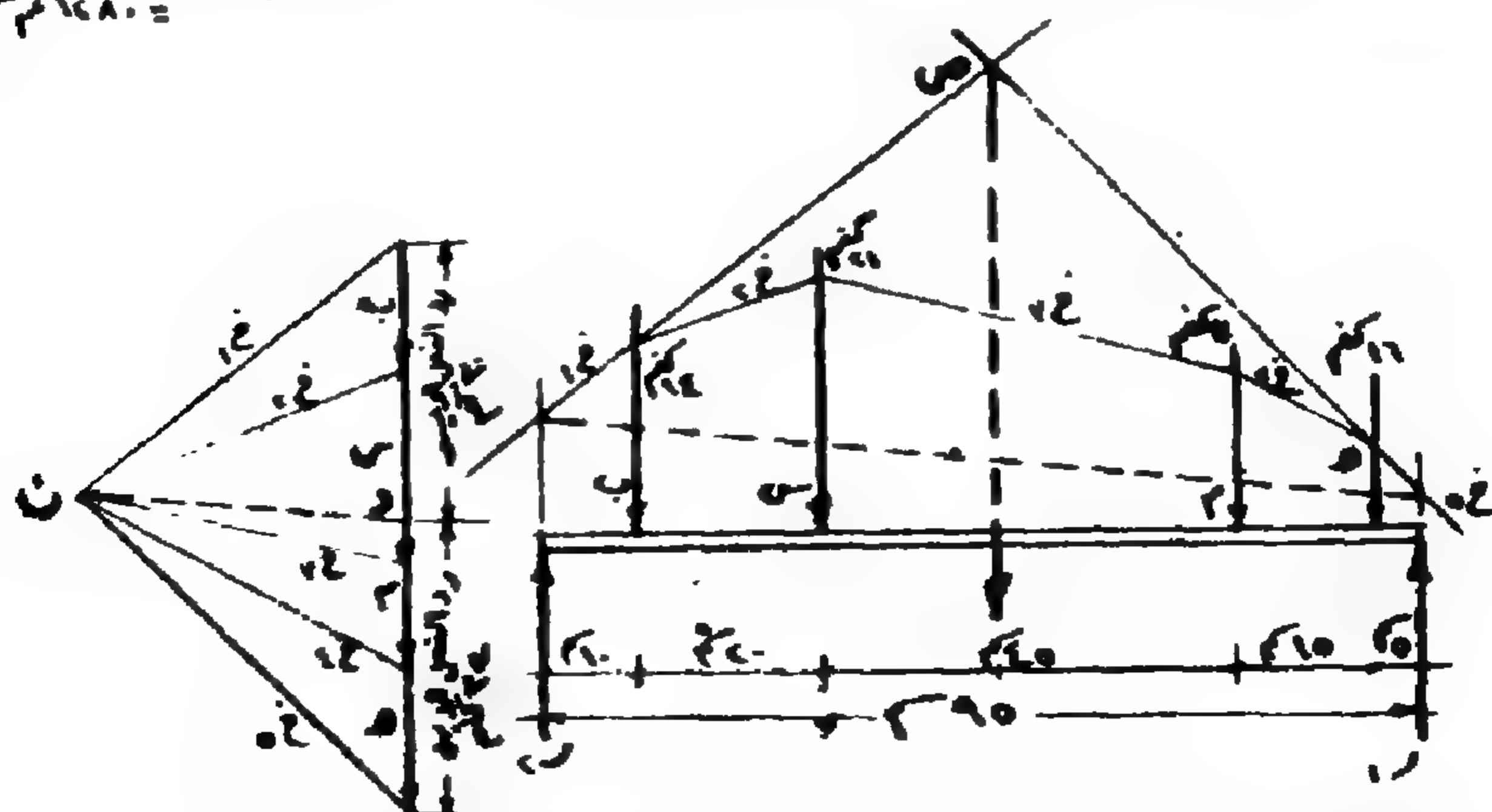
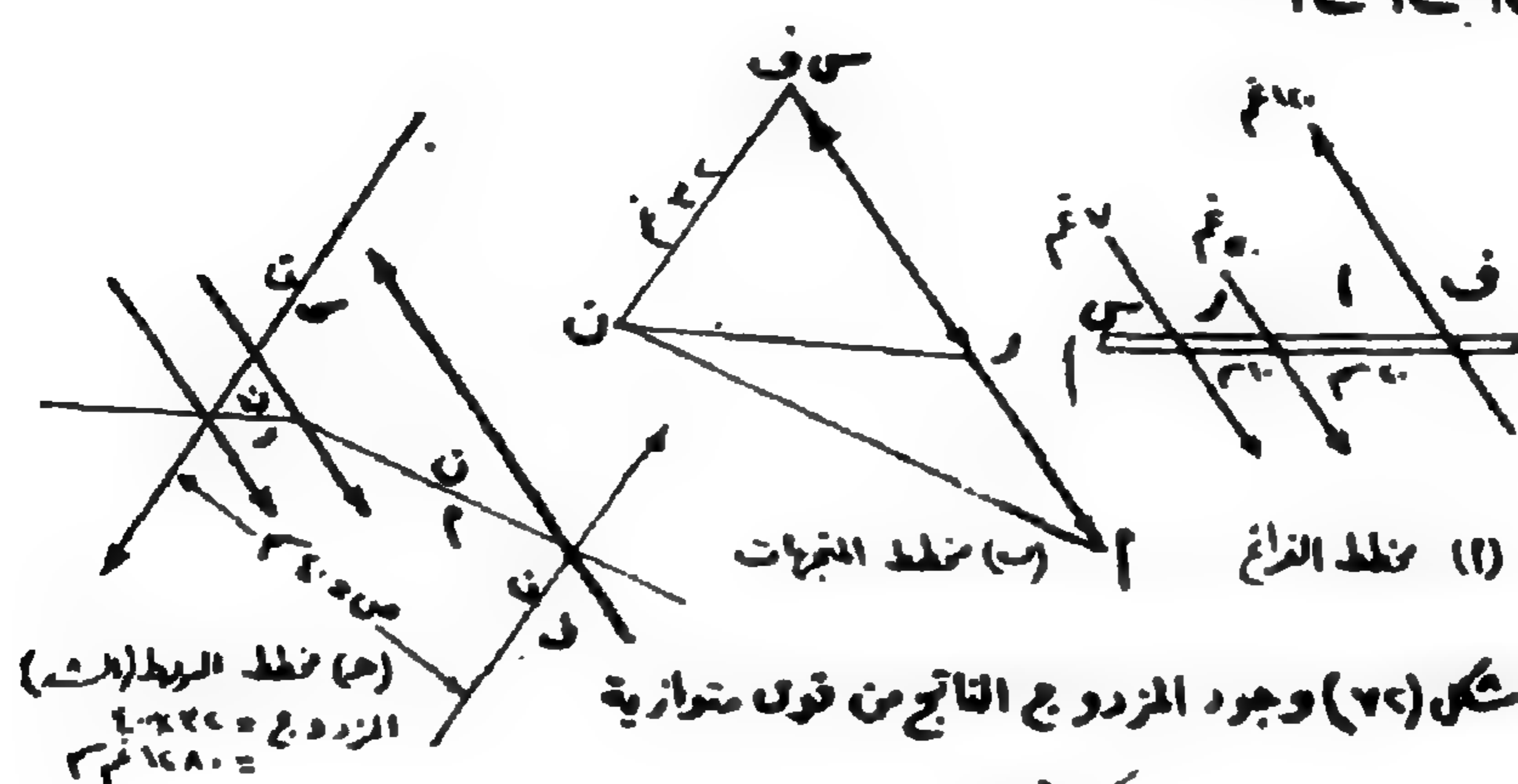
تأثيرها على العتبة ، وكذلك يمكن وجود كل من ردي فعل المسندين .
 از لمعرفة نقطة تأثير المحصلة أهمية كبرى بالنسبة للعتبات والجسور
 وخاصة اذا ما اريد اضافة مسند ثالث وكان المطلوب اختيار افضل
 موقع .

ففي الشكل (٧٣) المعلوم اربع قوى متوازية مؤثرة على عتبة
 طولها ٩٥ سم ، والمطلوب وجود موقع المحصلة وردي فعل كل من المسند
 اليمين واليسر . ولحل المسألة تتبع الخطوات الآتية : ب -

١ - نرسم المخطط الفراغي لبيان موقع القوى وخطوط رد الفعل كما في
 الشكل ٧٣ (أ) .

٢ - نجعل المتجهات كما في الشكل ٧٣ (ب) .

٣ - نضع نقطة في موضع مناسب مثل (ن) ونرسم منها اشعة أو
 خطوط (Strings) الى بداية ونهاية كل من المتجهات ، هي
 خ ١ ، خ ٢ ، خ ٣ ، خ ٤ ، خ ٥

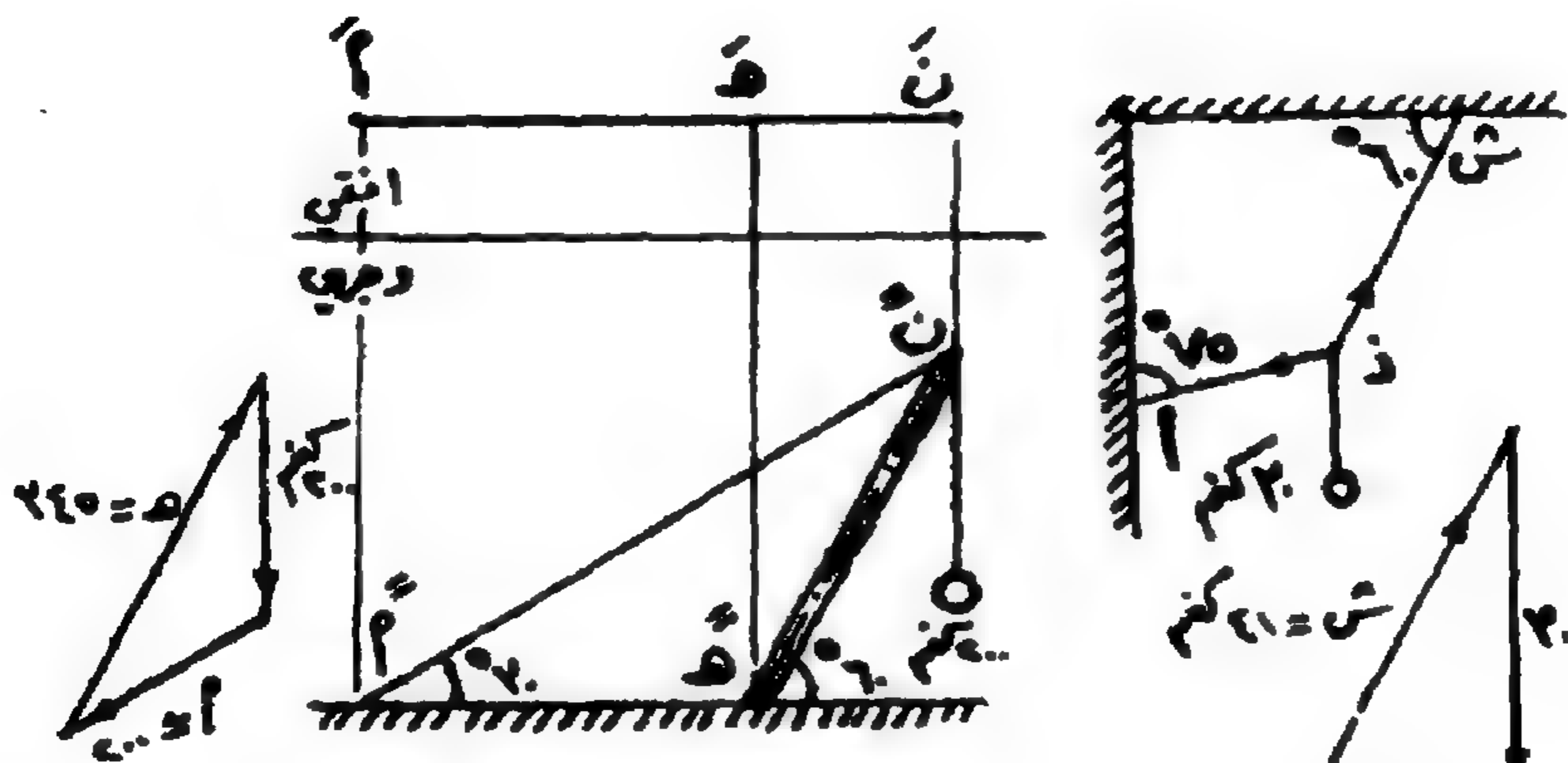


٤ - نرسم في الشكل ٧٣ (أ) مستقيمت متوازية للأشعة المذكورة
وبين القوى المعلومة .

٥ - ان الخطين المرسومين في مخطط الفراغ ، والموازين لـ 'خ' . 'خ' ابي الشعاع الاول والاخير يلتقيان في النقطة (ص) .

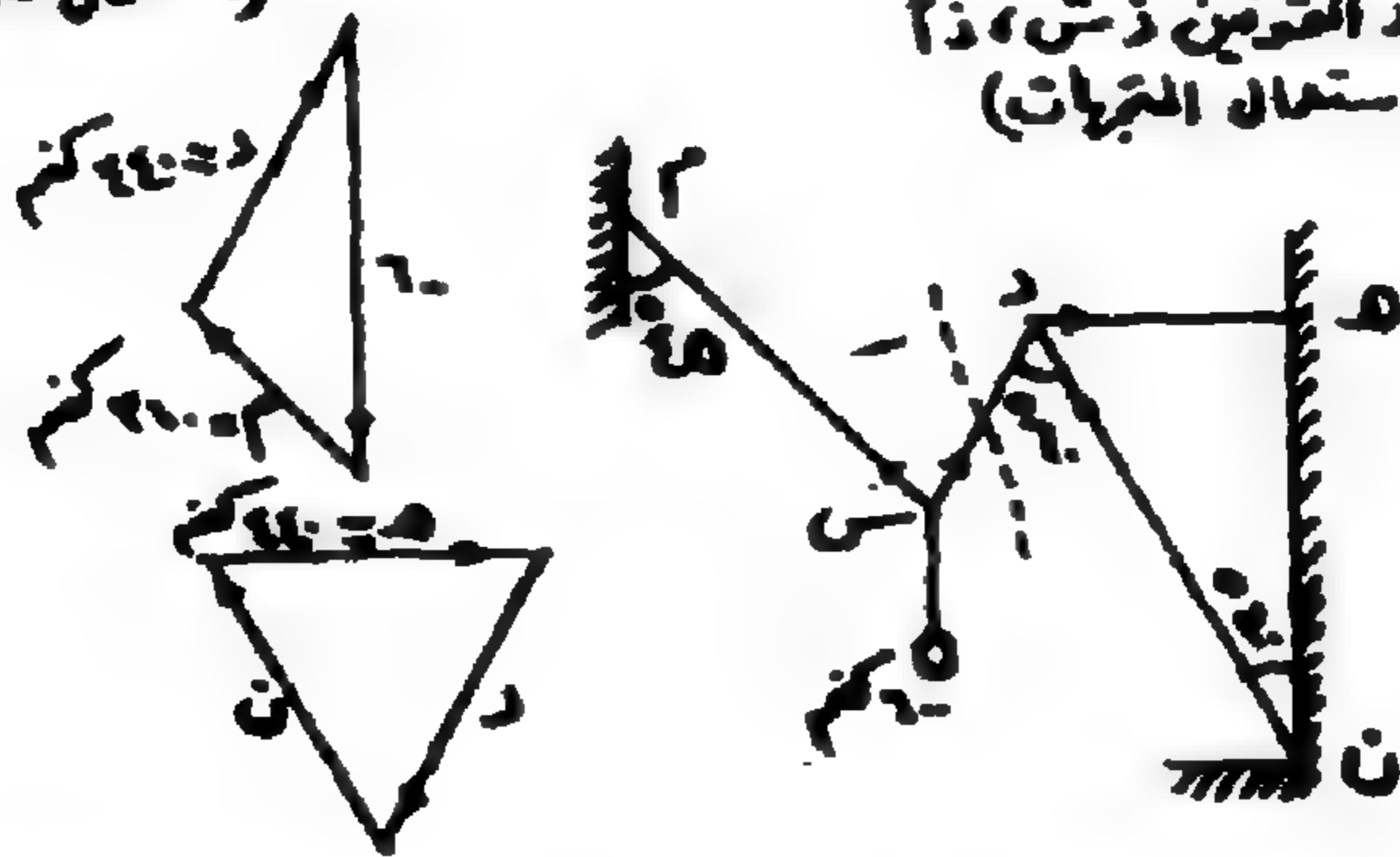
٦ - من تلك النقطة نرسم خطا شاقوليا موازيا للقوى والمحصلة فيتعين الآن مقدار المحصلة وموقع تأثيرها .

٧ - ومن الفقرة (٥) ايضا حيث يقطع الخطان المذكوران امتدادات ردي الفعل بنقطتين ، لو وصل بينهما لتتج خط يوازي الشعاع المطلوب رسمه في مخطط المتجهات ، ولندعه ن و حيث ان (و) تفصل المحصلة في ردي فعل المسندين الايسر (٣٠ كغم) والايمن (٣٢ كغم) .



شكل (٧٥) وجود الحقين في أن، هن
(باعتبار التغيرات)

شكل (٧٤) وجود القوتين ذئب، ذأ
(باستعمال المعينات)



شكل (٧٦) وجود قوة الشد في دود (باستعمال القملوات)

مسائل مطولة :

١ - ما مقدار الشد في كل من الحبلين اللذين يحملان الثقل المدلى في الشكل (٧٤) ؟

الحل :

نرسم مضلع القوى المغلق بمقياس مناسب ابتداءً بالقوة ٣٠ كغم ، ثم نرسم من رأس السهم خطا يوازي ذ أ ومن نهاية السهم خطا يوازي ذ ش ، ومحل التقاء هذين الخطين نحصل على نقطة او رأس من رؤوس المضلع المغلق . نقيس المضلع الموازي ل (ذ ش) ، والمضلع الموازي ل (ذ أ) ونرى انهما ٤١ كغم ، ٢١ كغم على التوالي .

٢ - ما مقدار الشد في الحبل ن أ والدفع في العمود او القارية Boom الميينة في الشكل (٧٥) اذا كان الثقل المحمول ٢٠٠ كغم ، والثلاثة في مستو واحد ؟

الحل :

نرسم مضلع القوى المغلق كما في المسألة السابقة بمقياس مناسب ونجد ان الشد بالحبل = ٢٠٠ كغم والدفع بالعمود الدافع ٣٤٥ كغم . حقق النتيجة بالرياضيات .

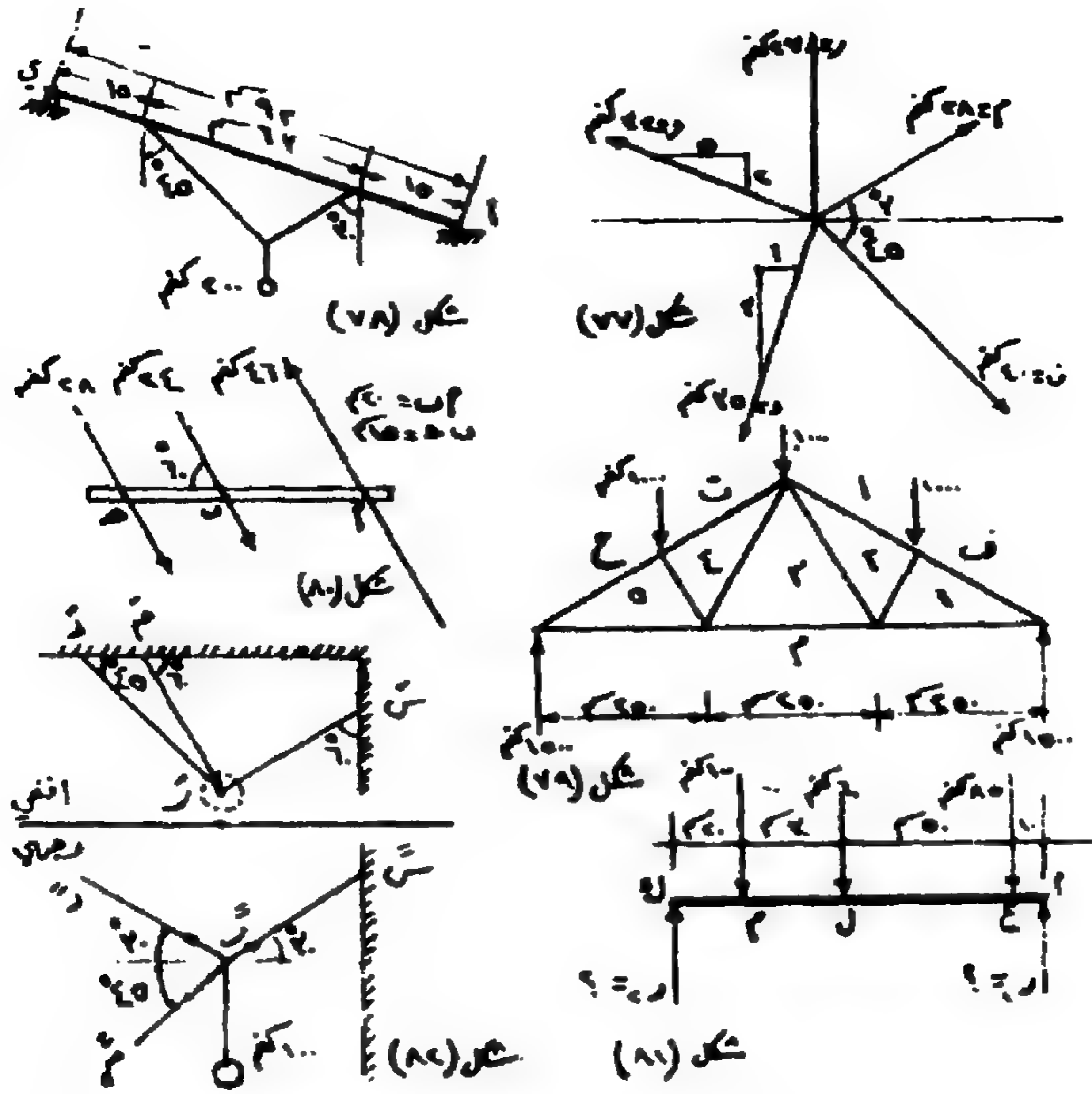
٣ - ما مقدار الاجهاد الذي يكون في العضو د ه من نظام الحبال الميينة في الشكل (٧٦) والتي تحمل الوزن ٦٠٠ كيلو غرام ؟

الحل :

نأخذ القوى الملتقية في النقطة س ونعتبرها في حالة توازن ثم نرسم لها بمقياس مناسب مضلعا مغلقا احد اضلاعه س د . نقيس س د فنجد انها تساوي ٤٤٠ كيلو غراما . ما مقدار الشد في الحبل س م ؟ الآن نأخذ القوى الملتقية في النقطة د حيث ان د ه هي إحدى هذه القوى ونرسم مضلعا لهذه القوى المتوازية ونلاحظ ان د ه = ٤٤٠ كيلو غراما ايضا .

تمارين على الفصل الثاني عشر

- ١ - المعلوم القوى الواقعة في مستو واحد والملتقية في نقطة والمبينة مقاديرها واتجاهاتها في الشكل (٧٧) ، والمطلوب وجود محصلة هذه القوى • ارسم بمقياس ١ سم لكل ٥ كغم •
- ٢ - المعلوم اللوح الخشبي أ ي الذي طوله ٩٣ سم ووزنه ٥٠ كغم ، ويقع مركز ثقله في منتصفه ، ويحمل ثقلا مقداره ١٥٠ كغم ، ونهايته (أ) مثبتة أما النهاية (ي) فمستندة على نقطة تسمح لتمدد او تقلص اللوح ، كما في الشكل (٧٨) ، والمطلوب وجود المركبة العمودية (أ) ورد الفعل في كل من المسندين •
- ٣ - لو فرضنا في التمرين الثاني ان مركز ثقل اللوح يقع على بعد ٣١ سم من النهاية أ فما مقدار رد الفعل في كل من المسندين ؟
- ٤ - المعلوم القوى المؤثرة على المسنم (الجمالون) المبين في الشكل (٧٩) ، والمطلوب وجود الاجهاد في كل عضو من اعضائه مع بيان نوعه •
- ٥ - لو أضفنا الى التمرين الرابع قوتين افقيتين مقدار كل منهما ١٠٠٠ كغم في نقطة تأثير القوتين أ ت ، ت ح ، وكان المسند الايمن مثبتا واليسر قابل للحركة ، فما مقدار كل من ردي الفعل في المسندين ؟ وما مقدار الاجهاد في كل جزء (عضو) من اجزاء الحبل الاسفل ؟
- ٦ - المعلوم القوى المتوازية والمؤثرة على الجسم المبين في الشكل (٨٠) في النقاط أ ، ب ، ح • ما مقدار محصلة هذه القوى اذا كان $أ ب = ٢٠ \text{ سم}$ ، $ب ح = ١٥ \text{ سم}$ • ارسم بمقياس ١ سم : ١٠ سم لمخطط الفراغ ، وبمقياس ١ سم لكل ١٠٠ كغم لمضلع القوى •
- ٧ - لو استبدلنا القوتين المارتين بالنقطتين أ ، ب في التمرين السادس احدهما محل الاخرى ، فماذا تكون النتيجة :
- ٨ - لو حذفنا القوة (ج) من التمرين السادس فما مقدار المزدوج الذي يجب اضافته الى هذا الجسم ليكون في حالة توازن ؟ اعتبر ان احدى قوى المزدوج تمر من النقطة ح •

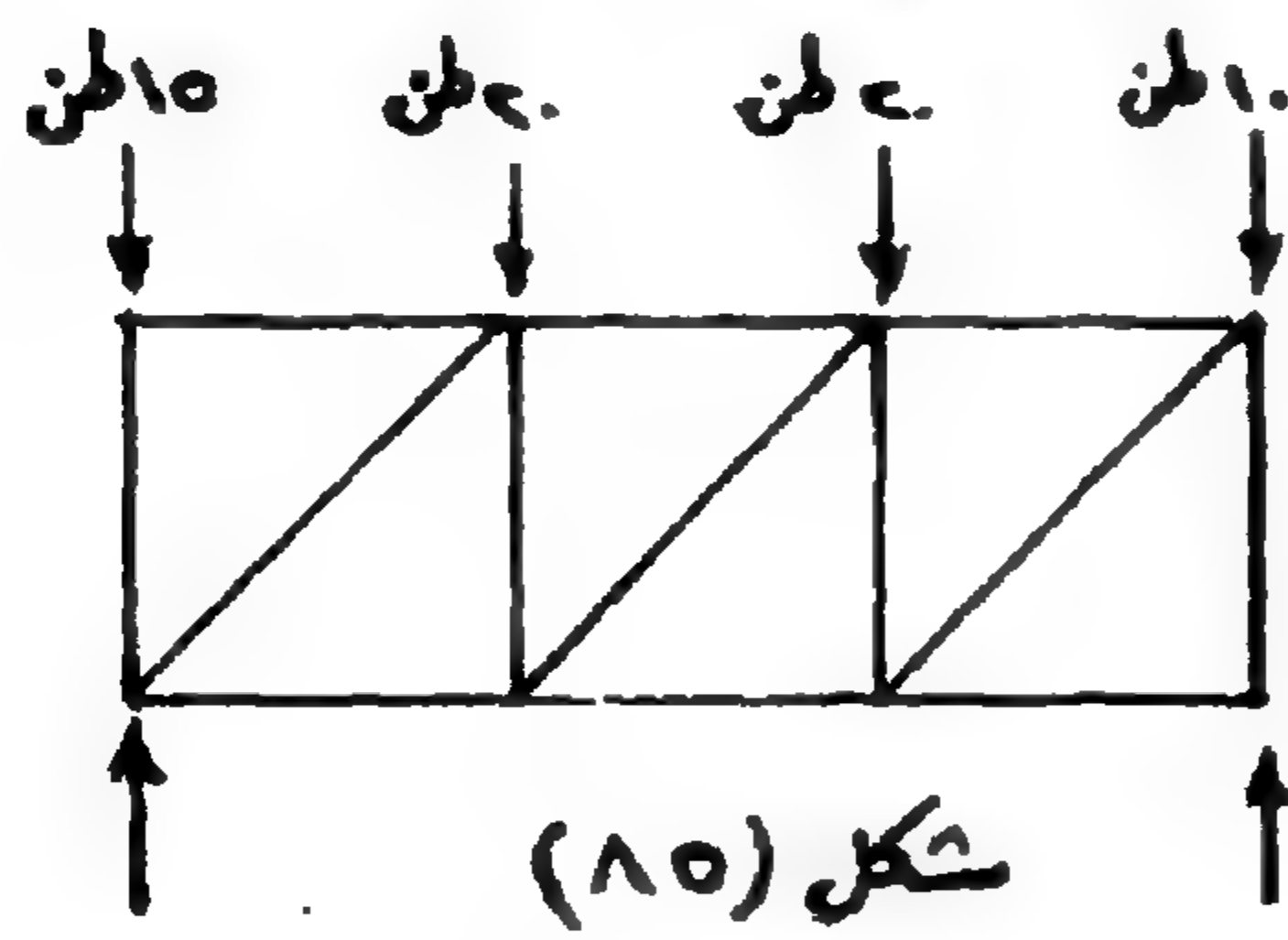
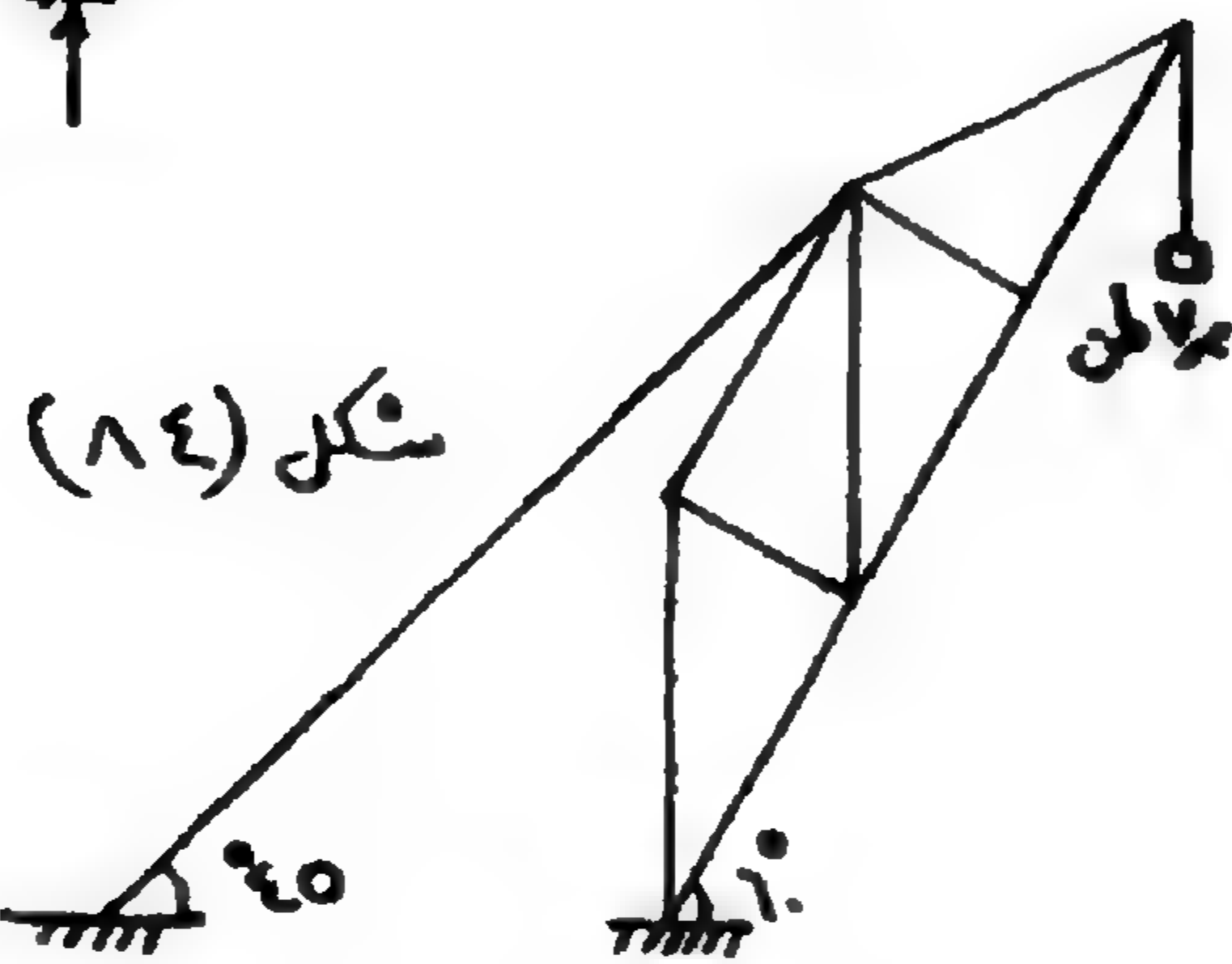
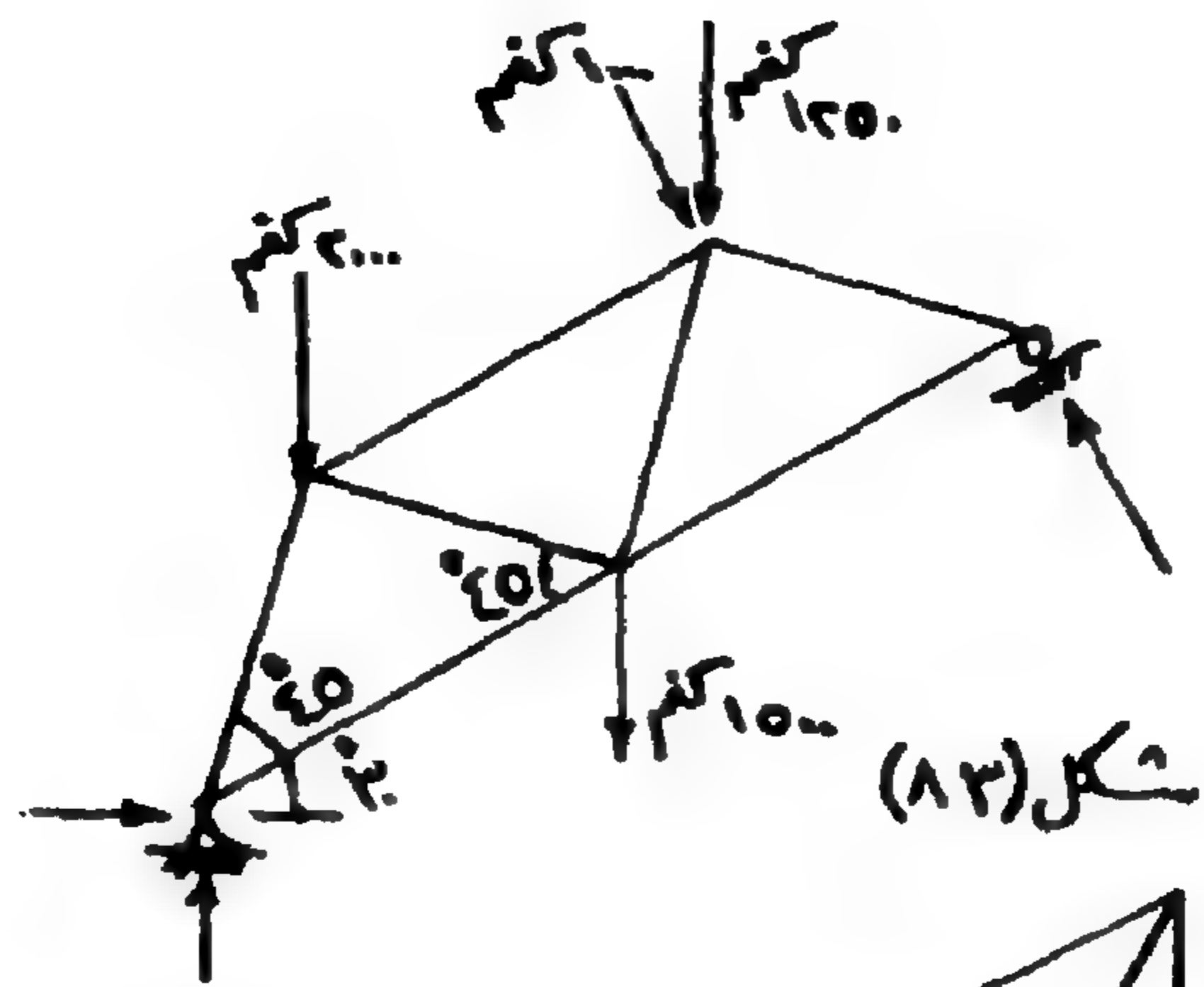


- ٩ - المعلوم القوى المتوازية المؤثرة على عتبة طولها ١١٠ سم والمبينة في الشكل (٨١) . والمطلوب وجود كل من ردي فعل المسندين . وما مقدار المحصلة وبعد نقطة تأثيرها عن النهاية اليسرى ؟ ارسم بقياس ١ سم لكل سم لمخطط الفراغ ، ومقياس ١ سم لكل ٢٠ كغم للمتجهات .
- ١٠ - المعلوم المنشأ المبين في الشكل (٨٢) ليحمل كرة وزنها ١٠٠ كغم والمطلوب وجود مقدار الاجهاد في كل عضو مع بيان نوعه . ارسم بقياس ١ سم لكل ٥٠ كغم .
- ١١ - حقق النتيجة التي حصلنا عليها في الشكل (٧٢) بواسطة الرياضيات . وقارن بين النتيجةين .
- ١٢ - حقق النتيجة التي حصلنا عليها في الشكل (٧٣) بواسطة الرياضيات .

١٣ - جد ردود الفعل في مساند الهياكل الانشائية المبينة في الاشكال (٨٣) ، (٨٤) ، (٨٥) ، وما مقدار الاجهاد ونوعه في كل عضو من اعضائها ؟

١٤ - جد الاجهاد في الحبل المبين في الشكل (٨٤) اذا كانت الزاوية ٣٠ بدلا من ٤٥ ؟

١٥ - جد مقدار الاجهاد ونوعه في كل عضو من اعضاء الهيكل الانشائي المبين في الشكل (٨٥) اذا كان مقدار كل من القوتين الوسطيتين = ٣٠ طنا بدلا من ٢٠ طن . اي عضو من الاعضاء يمكن اعتباره ثانويا ؟



تمارين عامة

- ١ - عرف باختصار ومثل كلا مما يأتي : -
مستو شاقولي ، مستقيم جانبي ، الاسقاط الاكسونومتري ، آثار
مستقيم معلوم ، هرم ثلاثي منتظم (قائم) .
- ٢ - عرف ومثل كلا مما يأتي : - الاسقاط الرقعي ، المسقط المستقيم ،
مستو مار بخط الارض .
- ٣ - المعلوم المستقيم ل م باحداثيات نقاطه ل (٦ ، ٤ ، ١) م (٣ ، ١ ، ٦) .
والمطلوب تعيين نقطة واقعة عليه (بمساقطها الثلاثة) بحيث تبعد
عن المستوى الجانبي بقدر نصف بعدها عن المستوى الاقعي .
- ٤ - المطلوب تمثيل الكرة التي مركزها النقطة م (٣ ، ٥ ، ٥) وطول قطرها
= ٥ سم . ما حجم الكرة ومساحتها السطحية ؟
- ٥ - المطلوب تمثيل الكرة التي قطرها س ع ووجود حجمها اذا كانت
س (٤ ، ٣ ، ٣) ع (٩ ، ٧ ، ٣) .
- ٦ - المعلوم مستقيم في وضع عام يتساوى ميله عن كل من المستويين
الاقعي والوجهي ، والمطلوب تعيين نقطة عليه على ان يكون بعدها
عن المستوي الجانبي = نصف بعدها عن المستوي الاقعي .
- ٧ - المطلوب تمثيل مستقيم وجهي طوله ٦ سم ويبعد عن المستوي الوجهي
للاسقاط ٤ سم ويصنع ٣٠° مع المستوي الاقعي ، علما بان احدى
نقاطه واقعة في المستوى الاقعي وتبعد عن المستوي الجانبي ٥ سم .
جد بعد المستقيم عن نقطة الاصل .
- ٨ - مثل مستويا عموديا على المستوى الجانبي ويصنع ٣٠° مع المستوي
الوجهي ويبعد ٤ سم عن خط الارض .
- ٩ - مثل مستويا (باثارة الثلاثة) يمر بنقطة الاصل اذا كان أثره الوجهي
يميل ٣٠ درجة عن خط الارض .
- ١٠ - مثل كلا مما يأتي : -
أ - مستقيم جانبي (بمساقطه الثلاثة) يبعد (٢ -) سم عن

المستوي الجانبي ويقع في مستو معلوم باثاره •
ب - مستو يوازي خط الارض بمساقطه الثلاثة يسيل ٥٠° على
المستوى الاقي •

ج - مغروط قائم ارتفاعه ٥ سم ، وتوازي قاعدته المستوي
الجانبي وتبعد عنه ١ سم • ويعد رأسه ٣ سم عن الاقي •

د - مستقيم وجهي طوله ٧ سم ويميل على المستوي الجانبي ٢٠
درجة اذا كانت احدى نهايتيه النقطة س (٢،٥،صفر) • جد

بعد المستقيم عن النقطة الاصل •

١١ - المطلوب تمثيل كل مما ياتي ، مع ذكر خطوات العمل بصورة
مختصرة •

أ - مستقيمان متوازيان يمر احدهما بالنقطة ن (٤،٤ - ٤،٤) •
ب - آثار مستقيم جانبي يبعد (٢ -) سم عن المستوي الجانبي
للاسقاط •

ح - مستو يمر بالمستقيم س ع اذا كانت س (٢،١،٤ - ٢،١،٤) •
ع (٤،٤،صفر، ١) •

١٢ - المطلوب تمثيل الكرة التي قطرها أ ب بمساقطها الثلاثة ثم وجو-
حجمها اذا علمت ان أ (٥،٥،٦) ، ب (١،٤،٦) • ما مساحة
القطاع الناتج عن قطع الكرة بمستو شاقولي يبعد ١ سم عن
مركزها ويصنع ٣٠ درجة مع المستوي الوجهي •

١٣ - المطلوب وجود الاثار الثلاثة لمستو يمر بالنقاط ك ، ل ، م ذات
الاحداثيات الآتية ك (٤،٢،٦) ل (٢،٦،٤) م (٤،٢،١) وما هي
استنتاجاتك عن هذا المستوي ؟

١٤ - المعلوم المستوي ه و ز باحداثيات نقاطه كالاتي : -

ه (٥،١،٣) و (١،٤،٤) ز (٣،٤،٦) والمستقيم أ ب
باحداثيات نقاطه ايضا : أ (٣،٣،١) ، ب (صفر، ١، ١) والمطلوب

(١) وجود احداثيات أثر المستقيم المعلوم على المستوي المعلوم

(٢) حساب المساحة الحقيقية للمستوي المعلوم بالاستعانة

بالمستويات المساعدة •

١٥ - المعلوم المستوي أ ب ح والمستقيم د ن بإحداثيات تقاطعها
كما يأتي :

أ (صفر ، ١ ، ١) ب (١ - ، ٢ ، ٤) ح (٢ ، صفر ، ٣)
د (١ ، صفر ، ٤) ن (٢ ، ١ ، ٥) • والمطلوب وجود كل مما يأتي :
١ - المساحة الحقيقية للمستوي أ ب ح ، ٢ - الطول الحقيقي
للمستقيم د ن ، ٣ - إحداثيات نقطة تقاطع المستقيم مع المستوي ،
٤ - الزاوية بين المستقيم والمستوي ، ٥ - الزوايا التي يصنعها
المستوي المعلوم مع المستويات الرئيسة •

١٦ - المعلوم ثلاث قوى ليست في مستو واحد تلتقي جميعها في النقطة
أ (١ ، ١ ، ٥) وتمر القوة الأولى في النقطة ب (٣ ، ٢ ، ١)
والثانية في النقطة ح (٣ ، ٤ ، ٤) والثالثة في النقطة د (٤ ، ٣ ، ١٠) •
اوجد بالرسم مقدار محصلة هذه القوى الثلاث وميلها عن المستوي
الافقي اذا اعتبرت ان كل ستنتر واحد يمثل ٢٥ كغم •

١٧ - ما مقدار محصلة القوى الفراغية الثلاث والتي تلتقي في نقطة أ
اذا كانت إحداثيات النقاط كالآتي :

أ (٥ ، ٥ ، ٣) ب (٢ ، ١ ، ٦) ح (٤ ، ٥ ، ١) د (٦ ، صفر ، ٩) اعتبر
ان كل وحدة قياسية تمثل ١٠٠ غرام •

١٨ - عين آثار مستوي المستقيمين أ ب ، ح ب واذكر خطوات العمل
بصورة واضحة ، اذا كانت إحداثيات قاطعها كالآتي :

أ (٢ ، ٥ ، ٤) ب (٤ ، صفر ، ٢) ح (٦ ، ٦ ، ٦)

٩١ - المطلوب تمثيل المستطيل ق ر ش ت بمساقطه وآثاره اذا كان
(ق ر) واقعا في المستوي الافقي وطوله = ٤ سم ويميل على
المستوي الجانبي ٦٠° ويبعد عن نقطة الاصل ٦ سم ، اما (ر ش)
فهو مستقيم شاقولي وطوله ٨ سم ، ويبعد عن المستوي الجانبي
٨ سم • ما هي ملاحظاتك ؟

٢٠ - منشور ثلاثي قائم ، قاعدته موازيتان للمستوي الافقي ، وقاعدته
العليا محددة بالنقاط أ (١ ، ٣ ، ٢) ، ب (١ ، ١ ، ٤) ،
ح (١ ، ٤ ، ٦) وارتفاع كل من احرفه = ٤ سم • قطع المنشور

بمستوى عمودي على المستوى الوجهي ويميل 60° عن خط الأرض
ومارا بمنتصف الحرف (ب) والمطلوب :

- ١ - وجود المساحة الحقيقية للمقطع الناتج .
- ٢ - رسم المساقط الرئيسة للمنشور بعد القطع .
- ٢١ - المطلوب تمثيل المساقط الثلاثة لمخروط دائري قائم ارتفاعه = ٦ سم وقطر قاعدته = ٥ سم ، اذا كانت قاعدته توازي المستوى الأفقي وتبعد عنه ٨ سم ، ويبعد رأس المخروط عن كل من المستويين الشاقولين للأسقاط ٧ سم . ما حجم المخروط المذكور ؟
- ٢٢ - المطلوب افراد سطح المخروط المذكور في السؤال السابق وحساب المساحة السطحية له .

٢٣ - ما شكل القطاع الناتج من قطع المخروط المذكور في السؤال (٢١) بمستوى عمودي على المستوى الوجهي ويصنع مع المستوى الأفقي كلا من الزوايا الآتية : صفر ، 15° ، 30° ، 60° ، 90° درجة .

٢٤ - ارسم الخطوط الكوتتورية بانتقال ٥ أمتار اذا اعطيت النقاط الآتية وكانت المسافة بين كل نقطتين = ٢٠٠ متر .

أ	ب	ج	د	هـ	و	ز	
٨١	٧٤	٦٧	٦١	٦٢	٦٤	٧١	١
٧٩	٨٣	٧١	٦٣	٥٩	٦٢	٦٦	٢
٧٧	٨٨	٧٧	٧١	٦١	٥٤	٦٠	٣
٧١	٨١	٨٢	٧٤	٦٣	٥١	٥٣	٤
٦٦	٧١	٧٥	٧٧	٧١	٥٧	٤٧	٥

٢٥ - ما مقدار المزدوج الناتج من قوتين تمر احدهما بالنقطة هـ (١ ، ٦ ، ١) والنقطة د (٣ ، ٢ ، ٥) والاخرى بالنقطة ل (٤ ، ٧ ، ٤) . اعتبر كل وحدة قياسية تمثل ١٠ غرامات للقوة .
٢٠ سم للمسافة .

٢٦ - المعلوم المستقيم ل م باحداثيات نقاطه ل (٣ ، ١ ، ٤) ، م (٢ ، ٣ ، ١) والمطلوب تعيين نقطة عليه على ان يكون بعدها عن المستوى

الجانبى مساويا لنصف بعدها عن المستوي الافقى . كم طرفية
توصلك للجواب الصحيح؟

٢٧ - المعلوم المستقيم أ ل باحداثيات قاطه أ (٥،١،٣) ل (١،٣،٤) ،
والمطلوب تعيين نقطة عليه على ان يكون بعدها عن المستوي الافقى
مساويا لثلث بعدها عن المستوي الوجهي . ما هي احداثيات
النقطة المطلوبة ؟

٢٨ - المطلوب تمثيل مستو (بمساقطه الثلاثة) عمودي على المستوي
الجانبى للأسقاط ولا يحوي مستقيما خاصا مطلقا بحدوده، ويميل
٣٠ درجة على المستوى الافقى للأسقاط ويبعد ثلاثة سنتمترات عن
نقطة الاصل .

٢٩ - المطلوب تمثيل كل مما يأتي : -

أ - مستقيم جانبى طوله ٦ سم ، ويبعد عن المستوي الجانبى ٣ سم،
وعن نقطة الاصل ٥ سم ويصنع ٣٠ درجة مع المستوي الافقى
للأسقاط .

ب - مستو يمر بنقطة الاصل يصنع أثره الافقى ٣٠ درجة مع خط
الارض ويمر أثره الجانبى بنقطة تبعد عن كل من المستويين
الافقى والوجهي بمقدار ٣ سم .

ج - نقطة واقعة في مستو معلوم باثارة ، وتبعد عن كل من
المستويين الشاقولين بمقدار (٢ سم) .

٣٠ - المعلوم المستويان ف ت ح ، ل ص ر باحداثيات قاطهما والمطلوب
١ - وجود مستقيم تقاطعهما ٢ - ميله على المستوى الافقى
للأسقاط ٣ - ذكر خطوات العمل بصورة مختصرة مع ذكر أهم
الملاحظات .

ف (٣،٤،٣) ت (١،١،١) ح (٥،١،١)

ن (٧،٣،١) ص (٩،١،٢) ر (١١،٢،٢)

٣١ - المطلوب تمثيل الكرة التي مركزها النقطة م (٥،٥،٣) اذا كان
قطرها بطول ستة سنتمترات . ما حجم هذه الكرة ؟

٣٢ - المطلوب تمثيل مخروط دائري قائم قاعدته واقعة في المستوى

الجانبى للاسقاط ، ورأسه النقطة م (٧٠٥٠٤) وطول قطر قاعدته
= ٦ سم . ما حجم هذا المخروط ؟

٣٣ - اسطوانة دائرية محورها شاقولي وارتفاعها = ٧ سم ، وقطرها
= ٤ سم ، ومركز قاعدتها العليا أ (٤ ، ٣ ، ٣) . قطعت الاسطوانة
بمستوى عمودي على المستوى الوجهي ويصنع ٣٠ درجة مع المستوى
الافقي ، ومارا بالنقطة ل (٣ ، ٣ ، ٣) . والمطلوب ١ - تمثيل
الاسطوانة بمساقطها الثلاثة بعد قطعها ٢ - وجود الشكل
الحقيقي للقطاع الناتج ٣ - افراد سطوح الاسطوانة على
مستوى الورقة مينا الابعاد الضرورية .

٣٤ - عتبة (م أ) طولها ٢٥٠ سم مسندة في نهايتها (م) وفي النقطة
(ل) التي تبعد عن (م) بمقدار ٢٠٠ سم، وعن (أ) بمقدار ٥٠ سم،
وتؤثر عليها ٤ افعال مقدارها ٢٠٠ كغم ، ٣٠٠ كغم ، ٢٥٠ كغم ،
٣٥٠ كغم في نقاط تبعد عن (م) ٥٠ سم ، ١٠٠ سم ، ١٧٥ سم ،
٢٥٠ سم على التوالي . والمطلوب وجود ١ - بعد المحصلة عن
النقطة (ل) ٢ - مقدار رد الفعل في كل من المسندين (م) ،
(أ) . حل المسألة بطريقة هندسة التجميعات .

٣٥ - مثل النقطة س (-٣ ، ٧ ، ٢) وجد بعدها عن نقطة الاصل .

الجواب = ٧٩ سم

٣٦ - المطلوب تمثيل مستقيم يمر بنقطة الاصل ، وتبعد كل نقطة من
نقاطه عن المستوى الافقي بقدر بعدها عن المستوى الوجهي . كم

جواب لهذه المسألة ؟

جواب واحد فقط

٣٧ - هل يتقاطع المستقيمان أ د ، م ح واين ؟ وما هي ملاحظاتك ؟

أ (٦ ، ٤ ، ٢) م (٥ ، ٦ ، ٣)

د (٨ ، ٢ ، ١) ح (٣ ، ٨ ، ٤)

الجواب : متوازيان ومستويهما عمود

على المستوى الجانبى ويمر

بنقطة الاصل .

٣٨ - ما بعد المستقيم الوجهي ل ي عن نقطة الاصل والذي يميل ٣٠°
على الافق واحدى نهايتيه النقطة س (١٠،٤،٦) وطوله = ٨ سم .
الجواب = ٦ر٨ سم

٣٩ - ما بعد المستقيم ف ر الواقع في المستوي الوجهي واحدى نهايتيه
النقطة ف (٢،٤،٧) وطوله = ٥ سم ، ويصنع ٣٠° مع المستوى
الافقي ؟

الجواب = ٥ر٢ سم

٤٠ - جد نقطة تقاطع المستقيم ل م مع المستوي أ د س المعلومين
بإحداثيات قاطعهما كالآتي :

ل (١،١،٩) م (٢،٥،١٠)

أ (٧،٦،٧) د (١٠،٤،١) س (٣،٢،٣)

٤١ - عين على المستقيم أ ل نقطة تبعد عن المستوى الافقي بقدر نصف
بعدها عن المستوى الوجهي أ (٥،٤،٦) ، ل (٣،٤،٧)

٤٢ - عين في السؤال السابق نقطة تبعد عن المستوى الوجهي بقدر
نصف بعدها عن المستوى الافقي .

الجواب : النقطة س (١٤،١٧،٠)

٤٣ - المعلوم المستقيم س ر بإحداثيات قاطعه ، والنقطتان ل ، م
بإحداثياتهما ايضا ، والمطلوب : ١ - امرار مستقيم مواز للمستقيم
س ر من كل من النقطتين المعلومتين ٢ - حساب مساحة القطاع
الناتج من قطع المستقيمتين الثلاث بمستوى عمودي عليها .

س (١،٢،١) ر (٥،٢،٤) ل (٢،١،٣) م (٣،٣،٣) سم

الجواب : ٩٢ر٠ سم

٤٤ - ما بعد المستوي أ م ل عن نقطة الاصل اذا كانت إحداثيات قاطعه

كالآتي : أ (٢،١،٣) م (٤،٤،٥) ل (٧،٢،١) سم .

الجواب = ١ر٨ سم

٤٥ - أي من النقطتين اقرب الى النقطة ل (أ) أم (م) ؟ اذا كانت احداثياتها كالآتي : - مثل بالرسم وحقق النتيجة بالرياضيات
ل (١ ، ٢ ، ١) أ (١ - ٤ ، ٤ - ١) م (١ - ٤ ، ٤ - ٢)
الجواب : البعدان متساويان

٤٦ - المطلوب تمثيل كل ما يأتي :-

١- مستقيم جانبي طوله ٥ / ٢ سم ويصل على المستوى الافقي ١٥ درجة ويبعد عن المستوى الجانبي ٢ سم .
٢- مستقيم شاقولي يبعد عن نقطة الاصل ٥ سم وعن المستوى الوجهي ٤ سم . كم مستقيم يحقق هذه الشروط ؟

الجواب : مستقيمان

٣- مستقيم يوازي خط الارض ويبعد عنه ٥ سم وعن المستوى الوجهي ٣ سم . كم مستقيم يحقق الشروط المذكورة ؟

الجواب : مستقيمان

٤- مستقيم يمر بالنقطة ن (٥ ، ١ ، ٢) سم ويمر على المستقيم المذكور في الفرع ٣- ٢- ولا يقطعه . كم مستقيم يحقق هذه الشروط ؟

الجواب : عدد لانهاثي

٥- مستو يمر بالمستقيم المذكور في الفرع ٤- ويوازي المستقيم المذكور في الفرع ٣- . كم مستو يحقق هذه الشروط ؟

الجواب : مستو واحد فقط

٤٧- (١) هل يقع المستقيمان ل م ه هـ د في مستو واحد ؟ علما بأن احداثيات

نهايتهما كالآتي :-

هـ (١ ، ٢ ، ٣) سم

ل (٢ ، ٢ ، ٣) سم

د (٤ ، صفر ، ٧) سم

م (٢ ، ١ ، ٥) سم

إذا كان الجواب بالإيجاب فما هو شكل المستوى المحصور بين النقاط الأربع
المذكورة وما هي وضعيته بالنسبة لمستويات الأسقاط الرئيسية الثلاثة ؟

الجواب : نعم والمستوى شاقولي

(ب) جد الزوايا التي يشكلها المستوى ح ط ي مع مستويات الأسقاط

الرئيسية الثلاثة إذا علمت أن احد اثبات رؤوسه هي كالآتي :

ح (صفره ٤ ٥ ٦) سم

ط (٢ ٥ ٣ ٤) سم

ي (١ ٥ ٦ ٦) سم

(ج) هل توجد علاقة بين المستويين ل م و ه ح ط ي ؟ وما هي أهم ملاحظتك

واستنتاجاتك ؟

٤٨ - مخروط دائري قائم ارتفاعه يساوي ٢ سم وقطر قاعدته يساوي ٥ سم و رأسه

النقطة ر (٦ ٥ ٢) سم . قطع الهرم بمستو عمودي على المستوى الوجهي

و ميل ٣٠ درجة على المستوى الأفقي و يمر بنقطة واقعة على محور المخروط وتبعد

٤ سم عن قاعدته .

(أ) المطلوب تمثيل المخروط المذكور قبل القطع وبعده .

(ب) أفراد المخروط وحساب مساحته قبل القطع وبعده .

(ج) وجود حجم المخروط .

٤٩ - (أ) المطلوب تمثيل المستطيل أ ب ج د وحساب مساحته إذا علمت أن احد اثبات

نقاطه (رؤوسه) هي كالآتي :-

أ (٦ ٥ ٣ ١) سم

ب (٦ ٥ ٥ ٢) سم

ج (٦ ٥ ٣ ٦) سم

د (٦ ٥ ١ ٥) سم

(ب) جد حجم الجسم المحصور بين المستوى ا ب ج د والنقطة ن (١٠٠٠ / ٢) سم
الخارجة منه .

(ج) المطلوب افراد سطح الجسم المذكور في الفقرة (ب) وحساب مساحته السطحية .

٥٠ - المطلوب تمثيل المنشور الرباعي المنتظم القائم الذي يبلغ ارتفاعه ٤ سم وارتفاع
قاعدته العليا في رشت باحداثيات كالاتي :-

ق (١ ٠ ١ ٠ ١) سم

ر (١ ٠ ١ ٠ ١) سم

غ (١ ٠ ٢ ٠ ١) سم

س (١ ٠ ٤ ٠ ١) سم

(ب) جد احداثيات نقطتي تقاطع المستقيم ل م مع المنشور المذكور علما بان احداثيات
نهايتي المستقيم هي كالاتي :-

ل (١ ٠ ٢ ٠ ٤) سم

م (صفر ٠ ١ ٠ ٢) سم

٥١ - اذا اعطيت النقاط ذات الارتفاعات المبينة ازاوها بالاشارة فوق مستوى سطح البحر .

وكانت المسافة بين كل نقطتين متتاليتين تساوي (٢٥٠) مترا ، فالمطلوب ماياتي :-

١ - رسم الخطوط الكونتورية بانتقال مترين فقط ومقياس لا يقل عن (١) الى (٥٠٠٠) .

٢ - رسم مقطع عرضي للأرض ما بين النقطتين ٢ - ١ - ٢ - ٢ - ٢ - ٢ ومقياس مناسب ، وماهسي

ملاحظاتك .

ملاحظة :

بالنسبة للمطلوب الثاني يفضل ان يكون القياس الكافي أكبر من القياس لاغني .

١	ب	ج	د	هـ
٢٥	٦٩	٦٦	٦٤	٦٢
٦٩	٦٧	٦٥	٦١	٦١
٦٧	٦٥	٦١	٥٩	٦١

٤	٦٦	٦٢	٥٩	٥٢	٦٠
٥	٦٤	٦١	٥٨	٥٥	٥٩
٦	٦٢	٥٩	٥٧	٥٢	٥٨

٥٢ - المعلم ارتفاعات نقاط والعمدة على سطح الأرضي منطقة متوجية . فاعلمت بأن هذه الارتفاعات هي بالامتار وفوق مستوى سطح البحر ، وبأن المسافة بين كل نقطتين متجاورتين باتجاه المحور السيني (الأفقي) تساوي (٤٠٠ متر) ، والمسافة بين كل نقطتين متجاورتين باتجاه المحور العادي (الشاقولي) تساوي (٥٠٠ متر) فالمطلوب ما يأتي :

- ١- رسم الخطوط الكونتورية بانتقال خمسة امتار ومقياس مناسب .
- ٢- حساب مساحة الأرض التي يزيد ارتفاعها على (٨٥) مترا فوق مستوى سطح البحر .

هـ	و	ز	ح	ط	ي
١	٧٢	٧٦	٧٨	٨٠	٧٧
٢	٧٧	٧٣	٧٩	٨٢	٧٩
٣	٨١	٧٧	٧٦	٨٦	٨١
٤	٨٢	٨٤	٧٤	٨٢	٨٢
٥	٨٠	٨٧	٧٢	٨٥	٨٤
٦	٧٧	٨٤	٧٩	٨٧	٨٢
٧	٧٣	٨١	٨٠	٨٢	٨١

تمارين تطبيقية

١ - صدر امر الى فدائي في القاعدة (أ) ان يزرع لغمًا في طريق قافلة عسكرية للعدو علم انها ستتحرك من المعسكر (م) متجهة الى المعسكر (ل) على ان يلتحق بعد تنفيذ هذه المهمة بالمجموعة المتواجدة في القاعدة (س) . فوضع الفدائي خطة الرحلة وثقلها وقطع اثناء سيره اقل مسافة ممكنة . والمطلوب (١) تحديد النقطة التي زرع فيها اللغم (٢) وجود المسافة التي قطعها الفدائي اثناء العملية ، اذا علمت مواقع النقاط المذكورة اعلاه كالآتي :

أ (صفر ، ٣ ، ٣) م (صفر ، ٦ ، ١) ل (صفر ، ٦ ، ١٠)
س (صفر ، ١ ، ٦)

الجواب : النقطة ن (صفر ، ٦ ، ٣)
المسافة ٨٥ كم .

٢ - رصدت طائرتان فكانت الاولى في النقطة (ط) متجهة نحو النقطة (ف) والآخرى في النقطة (ل) متجهة نحو النقطة (أ) وقبل وصول الطائرتين الى هدفهما علم انها قد سقطتا ، وجاء في التقرير الاولى ان الطائرتين ربما قد سقطتا نتيجة تصادم بينهما ، بينما نفى تقرير لاحق هذا الاحتمال . والمطلوب تحديد رأيك في كل من التقريرين المنوه عنهما اعلاه ومبيننا الاسباب التي تدعّم رأيك اذا كانت

ط (٣ ، ١ ، ١) ف (١ ، ٥ ، ٧) ل (١ ، ١ ، ٣) أ (٣ ، ١ ، ٥)
كيلو متر .

الجواب : اصطدمت الطائرتان في
النقطة ن (٢ ، ٣ ، ٤) كم .

٣ - تحركت طائرة من المحطة أ (٦٠ ، ٤٠ ، صفر) كم الى المحطة م (٢٠ ، ٤٠ ، ٧٠) كم بخط مستقيم . والمطلوب : ١ - وجود المسافة التي قطعتها في رحلتها بين المحطتين ، ٢ - وجود بعد أقرب موقع اثناء رحلة الطائرة بينها وبين القاعدة ن (صفر ، صفر ، صفر) كم
الجواب : ٨١ كم ، ٦٥ كم

٤ - يمتد انبوب نفط بين المحطتين أ ، س وآخر بين المحطتين ل ، م . والمطلوب ربطهما بانبوب ثالث على ان يكون طوله أقل ما يمكن فما طول هذا الانبوب وانحداره وانحرافه اذا كانت المحطات كالآتي : -

أ (٦ ، ٤ ، ٧) س (٤ ، ١ ، ١) ل (١ ، ١ ، ٦)
م (٣ ، ٤ ، صفر)

٥ - يصل تقعان ارضيان اربع مناجم ممثلة بالنقاط الآتية : -
أ (٢ ، ١ ، ١٠) ط (٧ ، ٩ ، ٣) م (١٠ ، ٧ ، ٥)
ف (٨ ، ٢ ، ١) كم وقد اقترح ايصال النفقين أ ط ، م ف بنفق جديد للتهوية ، فما طول اقصر نفق يصل بين النفقين الحاليين ، وما ميله على الافق ؟

٦ - هدف جندي من النقطة (م) باتجاه الهدف (ل) . لو وضع في طريق الهدف حاجز مثلث الشكل ف أ س ، فهل تخترق الطلقة هذا الحاجز ؟ واذا كان الجواب بالايجاب فعين موقع نقطة الاحتراق .
م (٢ ، صفر ، ٦) ل (٥ ، ٣ ، ٢)

ف (٣ ، ١ ، ١) أ (١ ، ١ ، ٣) س (٥ ، ١ ، ٤)
الجواب : لا تخترقه

٧ - ارادت احدى مؤسسات مد انابيب المياه ان توصل الماء من موقع الخزان أ (١٠٠ ، ١٨٠٠ ، ٩٠٠) متر الى القرية العصرية ع (٨٠٠ ، ٩٠٠ ، ٨٥٠٠) متر ولها أن تختار احد طريقين ، اما المرور بالمعبر م (١٧٥٠ ، ٣٥٠٠ ، ٦٠٠٠) متر او المعبر ل (٥٠٠ ، ٥٠٠ ، ٤٠٠٠) متر على ان يكون طول الانابيب الممدودة

اقل ما يمكن . فاي من الطريقين احسن من الناحية الاقتصادية ؟
 ٨ - اريد نصب برج راديو قصير الموجة (أ ب) على ان يربط بثلاثة
 جبال أ هـ ، أ و ، أ ز كالآتي : (٥ ، ٦ ، ١) متر ب (٥ ، ٦ ، ٩) متر
 هـ (٤ ، ٨ ، ٩) و (١ ، ١ ، ٨) ز (١١ ، ٣ ، ٧) متر .
 جد الطول الحقيقي لكل من الجبال الثلاثة ، بطريقة الدوران .
 ٩ - ما مقدار واتجاه محصلة ثلاث قوى فراغية تلتقي بالنقطة
 ن (٧ ، ٣ ، ٣) سم اذا كانت بداية القوة الاولى النقطة
 ف (٥ ، ٥ ، ٣) والثانية النقطة ت (٤ ، ١ ، ٧) والثالثة النقطة
 ح (صفر ، ٦ ، ١١) . اعتبر كل ١ سم بالرسم معادلا
 لـ (٥٠) كغم .

١٠ - ما مقدار واتجاه محصلة القوى التي تؤثر على سد خرساني مثلث
 الشكل طوله = ٥٠٠ متر وارتفاعه = ٢٢ متر ، اذا كان ميله
 الامامي (في المقدمة) = ١٥٪ وفي المؤخرة ٨٠٪ ، وارتفاع الماء
 امامه = ٢٠ متر ، اذا اعتبرت الوزن النوعي للخرسانة = ٢٥٠٠ .
 ١١ - جد في السؤال السابق نقطة تأثير اتجاه المحصلة على قاعدة السد ،
 وهل تقع في الثلث الوسطي أم لا ؟

١٢ - ضرب لاعب كرة قدم الكرة من النقطة أ (صفر ، ٤ ، ١١)
 متر باتجاه النقطة ب (٨ ، ٢ ، ٥) متر نحو الهدف ك ل م ن ،
 اذا كانت احداثيات قاطه كالآتي : -

ك (١ ، ١ ، ٤) متر م (٧ ، ٥ ، ١) متر

ل (١ ، ١ ، ٥) متر ن (٧ ، ٥ ، ٤) متر

والمطلوب الاجابة على ما ياتي : -

١ - هل تدخل الكرة الهدف ؟

٢ - ما ميل حركة الكرة على سطح الارض ؟

٣ - ما بعد لاعب الكرة في النقطة (أ) من الفريق المهاجم عن
 حامي المرمى من الفريق المدافع اذا كان هذا الاخير واقفا في

منتصف المرمى تماما ؟

١٣ - تدرجت صخرة من قمة تل مثلة بالنقطة ق (١٠ ، ١٠ ، صفر)
متر ومارة بالنقطة ر (٢٠ ، ٢٠ ، ٤٠) متر نحو اسفل التل حيث
يجلس طلبة مدرسة في المثلث هـ و ز المثلث بالنقاط الآتية : -

هـ (٥٠ ، ٣٠ ، ٩٠) متر

و (٧٠ ، ٢٠ ، ٩٠) متر

ز (٨٠ ، ٥٠ ، ٩٠) متر

فهل تصيب الصخرة المتدرجة احدا من الطلبة الجالسين في المثلث
هـ و ز ؟

١٤ - هرم رباعي منتظم قائم رأسه النقطة س (٤ ، ٣ ، ٢) سم وقاعدة

ك ل م ن توازي المستوي الاقوي ومعلومة بالنقاط كالاتي :

ك (١ ، ٢ ، ٧) ، ل (٧ ، صفر ، ٥) ، م (٧ ، ٤ ، ٧) سم . قطع

الهرم بمستو عمودي على المستوي الوجهي ويميل ٤٥° على

المستوي الاقوي ومارة بالنقطة ص (٤ ، ٣ ، ٥) سم الواقعة على

محور الهرم .

والمطلوب : ١ - رسم المساقط الثلاثة للهرم قبل القطع وبعده .

٢ - وجود الشكل الحقيقي للقطاع الناتج من قطع الهرم .

٣ - حساب حجم الهرم قبل قطعه .

١٥ - اذا كان المستوي القاطع في التمرين السابق عموديا على محور

الهرم ومارة بنفس النقطة المذكورة ، فما حجم الجزء المقطوع ؟

وما نسبة هذا الجزء الى الحجم الكلي للهرم ؟

١٦ - علقت سيارة على حامل حديدي ذي ثلاث ارجل . جد رد الفعل

عند استناد الارجل على الارض اذا كان وزن السيارة المعلقة

= نصف طن ، وان نقطة تقاطع الارجل هي النقطة ن (١ ، ٣ ، ٣)

متر ، ونقاط استناد هذه الارجل على الارض هي أ ، ب ، ج ذان

الاحداثيات الآتية :

أ (٤ ، ٤ ، صفر) متر

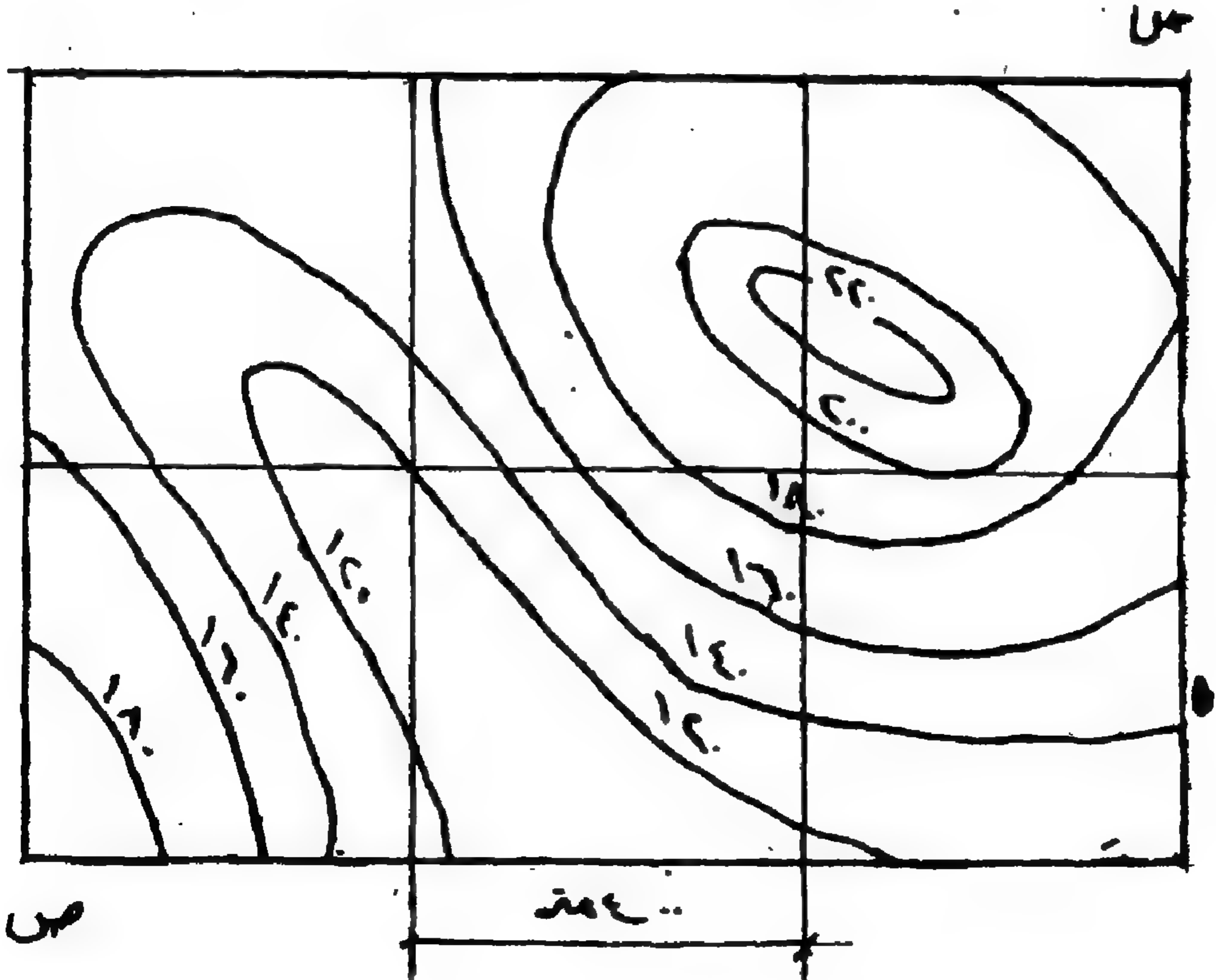
ب (٥ ، صفر ، ١) متر

حـ (٥٠٣٠٥) متر

١٧ - ارسم الخارطة الكونتورية الميئة في الشكل (٨٦) بقياس
١ : ١٠٠٠٠٠ ثم ارسم مقطعا طوليا مارا بالنقطتين س ، ص
الواقعتين على الخط المركزي الذي يمثل طريقا ذا ارتفاع متر عن
مستوى سطح البحر ، وبين المساحات التي تقطع والمساحات
التي يجب ان تردم .

١٨ - المطلوب تعيين قهطتي تقاطع مستقيم معلوم مع سطح مخروط
دائري قائم ارتفاعه = ٦ سم ، وقطر قاعدته = ٥ سم ورأسه
النقطة س (٣ ، ٤ ، ٢) سم .

١٩ - اراد متسابقان الوصول الى الهدف الكائن في النقطة ل
(٤٠٠ ، ٣٠) صفر) متر . فاذا انطلق الاول من النقطة أ (٩٠ ، ٧٠ ، ٥٠)



شكل (٨٦) خارطة كونتورية

متر وبسرعة ٢٠ متر/ثانية ، وانطلق الثاني من النقطة م (٤٠ ، صفر ، ٩٠) متر وبسرعة ١٨ متر/ثانية ، فأى من المتسابقين سيصل الهدف أولا ؟ وما الفرق بين زمني وصولهما ؟؟
 ٢٠ - ضرب لاعب كرة قدم الكرة من النقطة ر (٤ ، صفر ، ٩) متر باتجاه الهدف ك ل م ن مارة بالنقطة هـ (٢ ، ١ ، ٨) متر ، فإذا توقعنا ان تكون اعلى نقطة في حركتها هي ع (١ ، ٣ ، ٦) متر فهل يحقق اللاعب اصابة للهدف لفريقه أم لا ؟ وهل ان ابعاد هذا الهدف قياسية أم لا ؟

ك (٤ ، ٥ ، ٥) متر

ل (١٥ ، ٥ ، ٥) متر

م (١٥ ، صفر ، صفر) متر

ن (٤ ، صفر ، صفر) متر

ملاحظة : ارسم بمقياس ١ : ١٠٠ وبدون الاستعانة بالمسقط الجانبي .

٢١ - هدف جندي واقف في النقطة حـ (٣ ، صفر ، ٨) متر باتجاه النقطة ن (٣ ، ١ ، ٥) متر نحو الهدف المثل بالنقاط الثلاث الآتية :

هـ (٣ ، ٢ ، صفر) متر

د (١ ، ٣ ، ١) متر

ف (٤ ، ١ ، ٢) متر

فهل يصيب الجندي الهدف ضمن الحدود (هـ ، د ، ف) أم لا ولماذا ؟ وإذا كان الجواب بالنفي فهل يقطع مسار القذيفة امتداد مستوي الهدف ؟

٢٢ - تحركت قافلة من النقطة حـ (صفر ، ٥ ، ٢) كم نحو القاعدة

د (صفر ، صفر ، ١٤) كم بسرعة ٨٠ كم/ساعة ، فإذا علم ان

مدفعية العدو الكائنة في النقطة عـ (صفر ، ٢ ، ٥) كم ذات مدى

٢ كيلو متر ، فما هي المسافة التي تقطعها القافلة وهي مهددة

بالخطر ؟ وما هي المدة اللازمة حتى تصل القافلة الى القاعدة

للمذكورة ؟

٢٣ - ضرب لاعب كرة قدم الكرة من النقطة ن (٤ ، صفر ، ٨) متر باتجاه الهدف (س ع ف ص) مارة بالنقطة ط (٥ ، ١ ، ٣) متر ، فإذا علمت احداثيات قاطع الهدف كما في ادقاه ، فالمطلوب الاجابة على ما يأتي : -

- ١ - هل تدخل الكرة الهدف ام لا ولماذا ؟
- ٢ - ما بعد اللاعب المذكور عن حامي الهدف اذا كان الاخير واقفا في منتصف الهدف تماما ؟
- ٣ - ما ميل حركة الكرة على سطح الارض ؟

س (٤ ، ١ ، ٣) متر

ع (٥ ، ١ ، ٣) متر

ف (٥ ، ١ ، ٣) متر

ص (٤ ، ٥ ، ٦) متر

٢٤ - اقلعت طائرة من المطار ط (صفر ، ٥ ، ١٠) كم باتجاه النقطة ن (٣ ، ٥ ، ٤) كم وبسرعة ٢٥٠ كم/ساعة . فإذا كان في النقطة س (صفر ، صفر ، صفر) كم قاعدة صواريخ للعدو فما هو اقرب بعد بين مسار الطائرة والقاعدة (س) ؟ وما هو الوقت اللازم حتى تكون الطائرة اقرب ما يمكن من القاعدة المذكورة ؟

٢٥ - (أ) في الشكل (٨٧) طريق ارتفاعه ٢٢ مترا فوق مستوى سطح البحر وعرضه ١٢ مترا وانحداره الجانبي في الحفرات والاملاحيات = ٤٥ ، بين بالرسم

- خطوط تقاطع السطح المنحدر مع سطح الأرض الأصلي
- احسب حجم كل من الحفرات والاملاحيات في الطريق المذكور في (أ) اعلاه

٢٦ - سارت دبابته من النقطة أ (صفر ، ٢ ، ١٢) كم على طريق مستقيم متجهه نحو النقطة ل (صفر ، ١٢ ، صفر) كم . فإذا كانت النقطة هـ (صفر ، ٦ ، ٢) كم مثل موقعا حريسا للعدو ومجهز بمواقع ذات مدى ٧٥ كم فما مقدار :

- ١ - المسافة التي قطعها الدبابته وهي معرضه للخطر ؟
- ٢ - الزاوية بين اتجاه حركة الدبابته ، والمستقيم الواصل بين آه هـ ؟

٢٧- ضرب لاعب كرة قدم الكرة من النقطة و (٤ ، صفر ، ٩) متر باتجاه الهدف ك ل م ن
مساره بالنقطة هـ (٢ ، ١ ، ٨) متر . فإذا كانت أعلى نقطة في حركتها مسي
ع (١ ، ٢ ، ٦) متر فهل يحقق اللاعب أصابه لفريقه أم لا ؟ علما بأن أحداثات
النقطة هي كالآتي :-

ك (٤ ، ٥ ، ٥) متر

ل (١ ، ٥ ، ٥) متر

م (١ ، ٥ ، صفر) متر

ن (٤ ، صفر ، صفر) متر

٢٨- ضرب لاعب كرة قدم الكرة من النقطة أ (٤ ، ٢ ، ١٣) متر باتجاه الهدف من ع ف من
مارة بالنقطة ب (٢ ، ٥ ، ١٠) متر . فإذا كانت النقطة جـ (١ ، ٢ ، ٦) متر
هي أعلى نقطة تصل إليها الكرة في حركتها ، فالعطلوب ما يأتي :-

- (أ) هل يحقق اللاعب هذا لفريقه ؟ أم لا ؟
بـ إذا كان الجواب في الفرع (أ) بالإيجاب فبأي جهة من شبكة الهدف
سترطم الكرة ؟ وإذا كان الجواب بالنفي فما هو السبب ؟
جـ ما بعد اللاعب المذكور عن حامي الهدف إذا كان الأخير واقفاً في
منتصف الهدف تماماً ؟

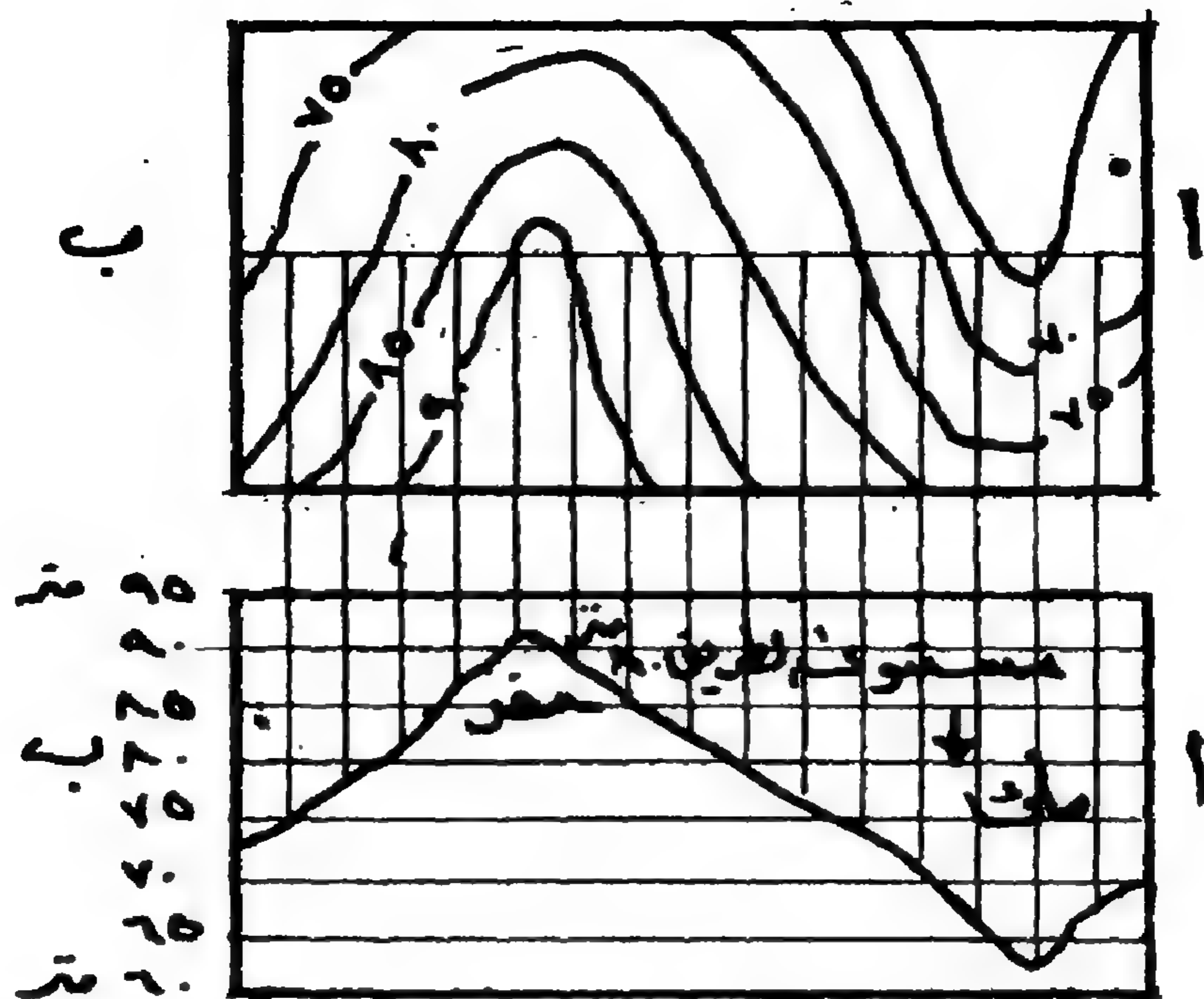
(د) ما هي أبعاد الهدف إلى أقرب ديسمتر ؟ وهل إن هذه الأبعاد
هي قياسيه أم لا ؟ جد هذه الأبعاد بالرسم لا بالرياضيات .

س (٤ ، ١ ، ١) متر

ع (١ ، ١ ، ٥) متر

ف (١ ، ٥ ، ٨) متر

س (٤ ، ٥ ، ٨) متر



شكل (٨٧) مقطع طولي لطريق جبلي

الملاحق

- ١ - الوحدات الهندسية •
- ٢ - القوانين والنسب المثلثية •
- ٣ - بعض الثوابت العددية في الرياضيات •
- ٤ - مساحات بعض الاشكال الهندسية •
- ٥ - حجوم بعض الاجسام الهندسية •
- ٦ - المعادلات الهندسية في الحركة والطاقة وغيرها •
- ٧ - رموز المواد الانشائية والصناعية •

١ - الوحدات الهندسية

وحدات الطول

ان وحدة الطول القانونية الدولية هي المتر ويساوي ١٦٥٠٧٩٣٧٣ طولاً للموجة في فضاء الاشعاع الخاص بالانتقال بين مستويات الطاقة $2p10, 5d5$ في ذرة الكربون ٨٦ .

١ متر = ١٠ ديسيمترات = ١٠٠ سنتيمتر (سم)

١ سم = ١٠ ملليمترات (مم)

١ ملم = ١٠٠٠ مايكرومتر

١ كيلو متر = ١٠٠٠ متر = ١٠٠ ديكامتر = ١٠ هكتومتر

١ ميكامتر = ١٠٠٠٠٠٠ متر

١ جيكامتر = ١٠٠٠٠٠٠٠٠ متر مضاعفات المتر

١ تيرامتر = ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ متر

١ ياردة = ٩١٤٤.٠ متر = ٣ أقدام = ٣٦ انجا

١ ميل = ١٦٠٩٣٤٤ متر = ١٧٦٠ ياردة

١ ميل بحري دولي = ١٨٥٢ متر وحدات في الملاحة

١ ميل جوي = ١٨٥٢ متر

ذراع بغدادى = ٧٤ر٥ سم

ذراع حلبى = ٦٨ر٥ سم وحدات محلية

قصبه = ٣ر١٣٦٩ متر

سنة ضوئية = ٩٤٦٠٥ × ١٠^{١٠} متر

وحدة فلكية = ١٤٦٠ × ١٠^{١١} متر

المتر = ٣ر٢٨١ قدم

الميل = ٥٢٨٠ قدماً

القدم = ١٢ انجا

الانج = ٢ر٥٤ سم

الميل البحرى = ١ر٨٥٥ كيلو متر

وحدات المساحة

- ١ متر مربع = ١٠٠٠٠ سنتيمتر مربع
١ هكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع
الدونم المصري = ١٠٠٠ متر مربع
القدان المصري = ٤٢٠١ متر مربع
١ كيلو متر مربع = ١٠٠٠٠٠٠ متر مربع = ١٠٠ هكتار
١ دونم (مشارعة) = ٢٥٠٠ متر مربع
١ ياردة مربعة = ٩ أقدام مربعة

وحدات الحجم

- لتر = ١ ديسيمتر مكعب = ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب
١ متر مكعب = ١٠٠٠ لتر = ٢٦٤٫١٧ غالون اميركي
١ قدم مكعب = ٨٫٣٢ لتر = ٧٫٤٨١ غالون اميركي
١ أنج مكعب = ٠٫٣٦ ر. غالون انكليزي = ٠٫٤٣٢ ر. غالون اميركي

وحدات الكتلة

- ١ غرام = ١٠٠٠ ميليغرام
١ كيلوغرام = ١٠٠٠ غرام = ٢٫٢٠٥ پاون
١ پاون = ٤٥٣٫٦ غرام = ٧٠٠٠ حبة
الطن القياسي (الفرنسي) = ١٠٠٠ كيلو غرام = ٢٢٠٥ پاون
الطن الصغير (الاميركي) = ٢٠٠٠ پاون
الطن الكبير (البريطاني) = ٢٢٤٠ پاون

٢ - القوانين والنسب المثلثية

النسب المثلثية

لو اخذنا مثلثا قائم الزاوية وكان احد ضلعيه المتعامدين شاقوليا والآخر أفقيا ، ودعونا الزاوية المحصورة بين الضلع الاققي والوتر

(الزاوية أ) فان الضلع الافقي المذكور هو الضلع المجاور للزاوية أ .
والضلع الشاقولي (العمودي عليه) هو الضلع المقابل للزاوية أ .
المقابل

جيب الزاوية أ ويرمز له ح أ = ————— ومقلوبه قاطع تمام الزاوية
الوتر
المجاور

ظل الزاوية أ ويرمز له ظ أ = ————— ومقلوبه ظل تمام الزاوية
الوتر
المقابل

جيب تمام الزاوية أ ويرمز له حتا أ = ————— ومقلوبه قاطع الزاوية أ
المجاور

جدول النسب المثلثية لبعض الزوايا الخاصة

الزاوية بالدرجات	جيب الزاوية	جيب تمام الزاوية	ظل الزاوية
صفر	٠ر٠٠٠٠	١ر٠٠٠٠	٠ر٠٠٠٠
١	٠ر٠١٧٥	٠ر٩٩٩٨	٠ر٠١٧٥
٢	٠ر٠٣٤٩	٠ر٩٩٩٤	٠ر٠٣٤٩
٥	٠ر٠٨٧٢	٠ر٩٩٦٢	٠ر٠٨٧٥
١٥	٠ر٢٥٨٨	٠ر٩٦٥٠	٠ر٢٦٧٩
٣٠	٠ر٥٠٠٠	٠ر٨٦٦٠	٠ر٥٧٧٤
٤٥	٠ر٧٠٧١	٠ر٧٠٧١	١ر٠٠٠٠
٦٠	٠ر٨٦٦٠	٠ر٥٠٠٠	١ر٧٣٢١
٧٥	٠ر٩٦٥٩	٠ر٢٥٨٨	٢ر٧٣٢١
٨٥	٠ر٩٩٦٢	٠ر٠٨٧٢	١١ر٤٣٠١
٨٨	٠ر٩٩٩٤	٠ر٠٣٤٩	٢٨ر٦٣٦٣
٨٩	٠ر٩٩٩٨	٠ر٠١٧٥	٥٧ر٢٩٠٠
٩٠	١ر٠٠٠٠	٠ر٠٠٠٠	لا نهاية

العلاقة بين النسب المثلثية

$$\text{ح أ} + \text{ح أ} = ١$$

$$\text{ح أ} = ١ - \text{ح أ}$$

$$\text{ح أ} = ١ - \text{ح أ}$$

$$\text{ظ أ} = \text{ح أ} / \text{ح أ}$$

$$\text{ظ أ} = ١ - \text{ح أ}$$

$$\text{ظ أ} = ١ - \text{ظ أ}$$

قانون جيوب التمام :

$$\text{أ} = \text{ب} + \text{ح} - \text{ب ح ح أ}$$

(حيث أن أ ، ب ، ح هي الاضلاع الثلاثة لمثلث ، والزوايا أ هي الزاوية المقابلة للضلع أ) .

قانون الجيوب :

$$\text{ح أ} \quad \text{ح ب} \quad \text{ح ج}$$

$$\text{الضلع (أ)} \quad \text{(ب)} \quad \text{(ح)}$$

(حيث أن ح أ ، ح ب ، ح ج هي جيوب الزوايا الثلاث لمثلث ، والاضلاع المقابلة لهذه الزوايا هي عا ، ب ، ح)

٣ - بعض الثوابت العددية

الجنود التربيعية للأعداد

<u>الجنود التربيعية</u>	<u>العدد</u>
١	١
١٤١٤٢	٢
١٧٣٢١	٣
٢٢٣٦١	٥
٢٤٤٩٥	٦
٢٦٤٥٨	٧
٣١٦٢٣	١٠

النسبة الثابتة

٢٢

$$\text{ط} = \frac{\text{—}}{\text{—}} = ٣١٤١٦$$

٧

$$\text{ط} ٢ = ٩٨٦٩٦$$

١

$$\text{—} = ٠٣١٨٣$$

ط

الزاوية المركزية للدائرة = ٣٦٠ درجة = ٢ ط زاوية قطرية

زاوية قطرية واحدة = ٤٤٨' ١٧' ٥٧" = ٥٧٣ درجة

لوغاريتمات بعض الاعداد (لو)

لوغاريتم ١ = ٠ = صفر

لوغاريتم ١٠ = ١

لوغاريتم ١٠٠ = ٢

لوغاريتم ١٠٠٠ = ٣

لوغاريتمات الاعداد من ٢ الى ٩

العدد	اللوغاريتم
٢	٠٣٠١٠
٣	٠٤٧٧١
٤	٠٦٠٢١
٥	٠٦٩٩٠
٦	٠٧٧٨٢
٧	٠٨٤٥١
٨	٠٩٠٣١
٩	٠٩٥٤٢

معادلات في اللوغاريتمات

$$\text{لو (أ ب)} = \text{لو أ} + \text{لو ب}$$

$$\text{لو (—)} = \text{لو أ} - \text{لو ب}$$

$$\text{لو أ}^{\text{ن}} = \text{ن لو أ}$$

الماء ودرجات الحرارة

يؤن اللتر الواحد من الماء النقي في درجة حرارة ٤ منوي
(٣٩ر٢ فهرنهايت) كيلو غراما واحدا .

$$\text{درجة ف} = \frac{٩}{٥} \text{ الدرجة المتوية} + ٣٢$$

$$\text{درجة م} = \frac{٥}{٩} (\text{الدرجة الفهرنهایتية} - ٣٢)$$

٤ - مساحات بعض الاشكال الهندسية

مساحة شبه المنحرف = نصف مجموع قاعدتيه × ارتفاعه

مساحة المثلث = نصف القاعدة × الارتفاع

$$\text{او} = \text{جذر م} (\text{م} - \text{أ}) (\text{م} - \text{ب}) (\text{م} - \text{ح})$$

حيث ان م هي نصف مجموع الاضلاع الثلاثة

أ ، ب ، ح .

$$\text{مساحة المثلث متساوي الساقين} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{3}{4} \times \text{مربع الضلع}}$$

$$\text{مساحة المسدس المنتظم} = \frac{\text{جذر ٣}}{٢} \times \text{مربع الضلع}$$

$$\text{مساحة قطاع الدائرة} = \text{مربع نصف القطر} \times \frac{٢٢}{٧} \times \frac{ز}{٣٦٠}$$

حيث ان (ز) هي الزاوية المركزية للقطاع بالدرجات .

مساحة الدائرة = مربع نصف القطر \times النسبة الثابتة (ط)
 مساحة القطع الناقص = المحور الكبير \times المحور الصغير \times ط/٤
 المساحة الجانبية للمكعب = ٤ \times مربع طول الضلع
 المساحة الجانبية للمنشور المنتظم القائم = محيط قاعدته \times ارتفاعه
 المساحة الجانبية للأسطوانة = محيط دائرة القاعدة \times ارتفاع الاسطوانة

المساحة الجانبية للهرم = مجموع مساحات اوجه الهرم
 المساحة الجانبية للهرم الناقص القائم = مجموع محيطي القاعدتين \times نصف الارتفاع الجانبي
 المساحة الجانبية للمخروط الدائري القائم = $\frac{١}{٢}$ محيط القاعدة \times طول المولد
 المساحة الجانبية للخروط الناقص القائم = مجموع محيطي القاعدتين \times نصف طول المولد

$$\text{سطح الكرة} = ٤ \times \text{مربع القطر} \times \text{ط}$$

٥ - حجوم بعض الاجسام الهندسية

حجم المكعب = مكعب طول الضلع
 حجم المنشور المنتظم = مساحة قاعدته \times الارتفاع
 حجم الاسطوانة الدائرية القائمة = مساحة القاعدة \times ارتفاع الاسطوانة
 حجم الهرم المنتظم = $\frac{١}{٣}$ مساحة القاعدة \times الارتفاع

حجم المخروط = $\frac{1}{3}$ مساحة القاعدة \times الارتفاع
 حجم الهرم الناقص = $(س١ + س٢ + جذر س١ س٢) \times ثلث$
 الارتفاع (علما بأن س١ ، س٢ هما مساحتا القاعدتين)
 حجم المخروط الناقص = $(س١ + س٢ + جذر س١ س٢) \times ثلث$
 الارتفاع (علما بأن س١ ، س٢ هما مساحتا القاعدتين)

$$\text{حجم الكرة} = \frac{4}{3} \text{ مكعب نصف القطر } \times \pi$$

حجم متوازي المستطيلات = مساحة القاعدة \times الارتفاع
 او = حاصل ضرب اضلاعه الثلاثة
 قطر متوازي المستطيلات = جذر $(أ^2 + ب^2 + ع^2)$
 اذا كان أ ، ب ، ع هي طول الجسم وعرضه
 وارتفاعه على التوالي

٦ - المعادلات الهندسية

١ - معادلات الحركة

$$S = (V1 + V2) t / 2$$

$$a = (V2 - V1) / t$$

$$S = V1t + at^2 / 2$$

حيث ان S هي المسافة ، t هي الزمن ، V1 هي السرعة الاولى ، V2 هي السرعة النهائية ، a التمعيل .

٢ - معادلات الحركة الزاوية

$$\theta = (w1 + w2) t / 2$$

$$a = (w2 - w1) t$$

$$D = w1t + at^2 / 2$$

حيث ان θ (ثيتا) هي المسافة الزاوية بالزوايا النصف
 قطرية ، w1 هي السرعة الاولى ، w2 هي السرعة

النهائية ووحداتها بالزوايا النصف قطرية بالثانية او دورة بالدقيقة .
 هـ (الفا) هي التعجيل الزاوي بالزوايا نصف قطرية / ثانية
 بالثانية .

٣ - معادلات الشغل والقدرة

$$W = F d$$

$$\text{Average Power} = \frac{W}{t}$$

1 horsepower 500 ft - lb./sec.

حيث ان (W) تمثل الشغل ، (F) القوة ، (d) المسافة ، (t) الزمن .

٤ - معادلات الطاقة الحركية

$$K. E = \frac{WV^2}{2g}$$

حيث ان (K. E) هي الطاقة الحركية ، (W) هي الوزن
 (V) هي السرعة ، (g) هي التعجيل الارضي وتساوي
 ٣٢.٢ قدم/ثا/ثا .

٥ - معادلة القوة والتعجيل

$$M = F/a = W/g$$

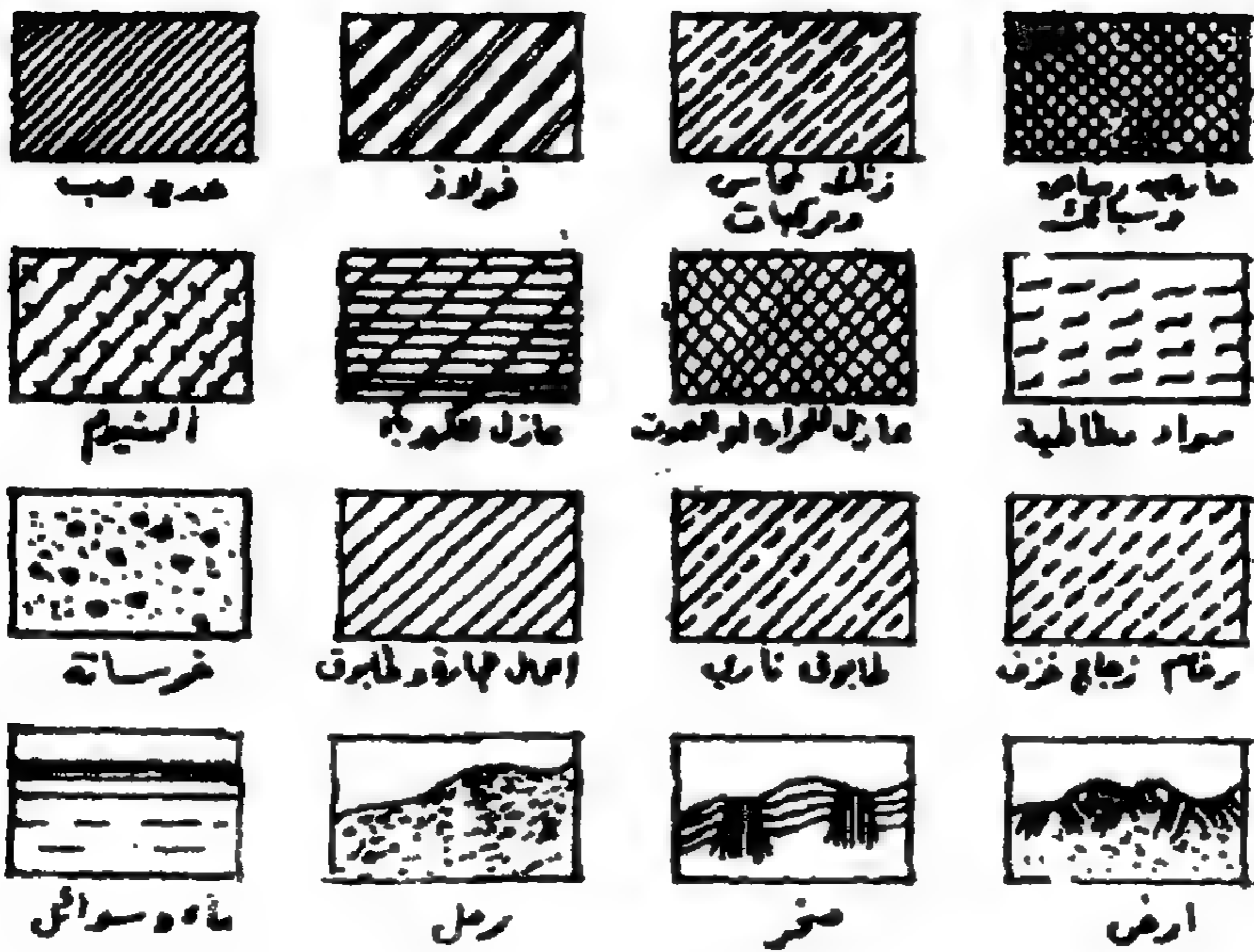
(W) الوزن ، (g) التعجيل الارضي .

- رموز المواد -

١- الوجه الخارجي



٢- المقطع



شكل (٨٨)

معجم الكلمات العلمية في الهندسة الوصفية من العربية الى الانكليزية

Strike	اتجاه الطبقة الصخرية
Trace	أثر
Stress	اجهاد
Conclucion	استنتاج
Cylinder	اسطوانة
Projection	اسقاط
Isometric Projection	اسقاط ايزومتري « ذو المقياس الواحد »
Orthographic Projection	اسقاط عمودي
Perspective Projection	اسقاط مركزي - منظور
Notation	اشارة . ترقيم
Projectors	اشعة اسقاطية
Geometrical Shapes	اشكال هندسية
Horizon (Horizontal)	افق (افقي)
Extension	امتداد
Slope	انحدار
Simple	بسيط
Proof	برهان
Outcrop	بروز
Dimension	بعد
Focus	بؤرة
Focli	بؤر (جمع بؤرة)
Resolution	تحليل . تجزئة . فسخ
Graphical	تخطيطي (ترسمي)
Levelling	تسوية
Perpendicularity	تعامد
Mining	تعدين
Substitution	تعويض
Represntation	تمثيل (تقديم)
Pictorial representation	تمثيل تصويري

Third	ثالث (ثلث)
Tripple	ثلاث مرات
Tripod	ثلاثة الارجل . ركيزة بثلاث قوائم
Eighth	ثمان
Profile	جانبى
Mountain	جبل
Solid	جسم . مجسم
Answer	جواب
Edge View	حافة
Special Case	حالة خاصة
Volume	حجم
Motion	حركة
Solution	حل
Spiral	حلزوني
Circular	حلقي (دائري)
Map	خارطة
Topographic Map	خارطة طبوغرافية
Ground Line	خط الارض
Line of Intersection	خط التقاطع
Ridge Line	خط القمة
Valley Line	خط الوادي
Straight Line	خط مستقيم
Principle Lines	خطوط اساسية (رئيسية)
Secondary Lines	خطوط ثانوية
Contour Lines	خطوط كنتورية
Auxiliary Lines	خطوط مساعدة
Circle	دائرة
Great Circle	دائرة عظمى
Guide	دليل (مرشد)
Concentric Circles	دوائر متحدة المركز
Revolution	دوران
Peak	ذروة
Apex	راس المخروط او الهرم
Quarter	ربع
Drawing	رسم

Development of Surfaces	فتح السطوح (افرادها او بسطها)
Idea	فكرة
Boom	قارية . عمود
Base	قاعدة (ملمثلث مثلا)
Rule	قاعدة (نظام)
Sector	قطاع
Diameter	قطر (الدائرة)
Diagonal	قطر (المضلع)
Pole	قطب . شاخص المهندس
Hyperbola	قطع زائد
Parabola	قطع مكافئ
Ellipse	قطع ناقص
Segment	قطعة (من دائرة)
Crest	قمة
Arc	قوس
Complete	كامل
Sphere	كرة
Spherical	كروي (كروي)
Scalar Quantities	كميات مقيسة
Vector Quantities	كميات متجهة
Infinity	لا نهاية
Core	لب
Graded	متدرج (متدرج)
Neutral	متعادل - محايد
Parallelogram	متوازي اضلاع
Triangle	مثلث
Equilateral Triangle	مثلث متساوي الاضلاع
Isosceles Triangle	مثلث متساوي الساقين
Triangular	مثلثي - ثلاثي الاضلاع
Adjacent	مجاور
Resultant	محصلة
Locus	محل هندسي
Axis	محور
Minor Axis	محور صغير
Major Axis	محور كبير

Numerical	رقمي
Symbol	رمز
Angle	زاوية
Acute Angle	زاوية حادة
Right Angle	زاوية قائمة
Obtuse Angle	زاوية منفرجة
Negative	سالب
Basic (Main) Reason	سبب رئيسي (جوهري)
Surface	سطح
Plane Surface	سطح مستو
Warped Surface	سطح ملفوف (معوج)
Curved Surface	سطح منحن (مقوس)
Plain	سهل (منبسط)
Vertical	شاقولي (قائم)
Trapezoid	شبه منحرف
Tension	شد . توتر
Shape	شكل
True Shape	شكل حقيقي
Mast	صاري (المركب) جوزة
Side	ضلع
Compression	ضغط . كبس
Within	ضمن
Vein	طبقة صخرية
Outcrop	طبقة صخرية بارزة
Topographic	طوبوغرافي
Length	طول
True Length	طول حقيقي
Long	طويل
Shade	ظل
Beam	عتبة . كعرة . جسر
Height	علو - ارتفاع
Practical	عملي
Perpendicular	عمودي
Nonintersecting	غير متقاطعة
Irregular	غير منتظم

Axes	محاور - جمع محور
Perimeter-Circumference	محيط
Cone	مخروط
Truncated Cone	مخروط مقطوع - ناقص
Pentagon	مخمس
Visibility	مدى الرؤية
Data	مدلولات - معلومات اولية
Square	مربع
Datum	مرجع - مستوى النسبة
Component	مركبة (بكسر الكاف)
Centre	مركز
Area	مساحة
Surface Area	مساحة سطحية
Distance	مسافة
Rectangle	مستطيل
Straight	مستقيم
Vertical Line	مستقيم شاقولي
Oblique Line	مستقيم في الفراغ - كيفما اتفق -
Inclined Line	مستقيم مائل
Folding Lines	مستقيمات الطي
Perpendicular Lines	مستقيمات متعامدة
Plane	مستو
Primary Plane	مستو اولي
Secondary Plane	مستو ثانوي
Auxiliary Plane	مستو مساعد
Reference Plane	مستوى المرجع
Coinciding Planes	مستويات متطابقة
Perpendicular Planes	مستويات متعامدة
Intersecting Planes	مستويات متقاطعة
Parallel Planes	مستويات متوازية
Grid Survey	مسح شبكي - تضليعي
Hexagon	سداسي
View	مسقط - منظر - مشهد
Horizontal (Top) view	مسقط افقي - اعلى
Profile (side) view	مسقط جانبي

Elevation (view)	مسقط شاقولي
Frontal view	مسقط وجهي
Common	مشترك
Reference	مصدر
Polygon	مضلع
Funicular Polygon .	مضلع مشلود . مضلع الدوران
Crossing	معبر - عبور - تقاطع
Section	مقطع
Conic Sections	مقاطع مخروطية
Tangent	مماس
Regular	منتظم
Trapezium	منحرف
Curve	منحن - قوس
Prism	منشور
Bisector	منصف
Positive	موجب
Directrix	موجه (في القطع المكافئ)
Element	مولد - راسم
Dip	ميل في الطبقة الصخرية
Result	نتيجة
Radius	نصف قطر
Radii	انصاف اقطار
Theoretical	نظري
Theory	نظرية
Point	نقطة
Extreme Point	نقطة متطرفة
Piercing Point	نقطة اختراق
Origin	نقطة الاصل
Point of Intersection	نقطة تقاطع
Pyramid	هرم
Civil Engineering	هندسة مدنية
Descriptive Ceometry	هندسة وصفية
Elevation	واجهة - ارتفاع
Chord	وتر (في دائرة)
String	وتر : خيط . شعاع

Frontal
Description
Prove
Replace
Project
Describe
Transfer

وجهي
وصف
يبرهن
يحل محل - يزيح
يسقط
يصف
نقل - الأبعاد

مصادر الكتاب

١ - المصادر العربية

- ١ - علم الهندسة الوصفية - الجزء الاول - دكتور علي حسن محمد وحسن عبد الواحد
- ٢ - علم الهندسة الوصفية - الجزء الثاني - دكتور علي حسن محمد وحسن عبد الواحد
- ٣ - هندسة وصفية - الجزء الاول - توفيق قسطندي ورشدي طوسون
- ٤ - هندسة وصفية - الجزء الثاني - توفيق قسطندي بالاشتراك مع عبد المنعم فهمي وحسن رضوان ، حسن عبد الواحد
- ٥ - كتاب الهندسة الوصفية نصيف سعيد وحسن رفعت
- ٦ - الهندسة الوصفية (الاسقاط العمودي على مستويين) ابراهيم احمد عثمان
- ٧ - مبادئ الهندسة الاسقاطية راغب اسكندر
- ٨ - الهندسة الوصفية - دكتور علي مصطفى شرفة ، محمد الهامي الكردالي
- ٩ - نشرة المواصفات والمقاييس العراقية ٢

المصادر الاجنبية

- 10 - Practical Descriptive Geometry by Hiram E. Grant
- 11 - Geometry of Engineering Drawing by George J. Hood Albere S. Palmerlee
- 12 - Theory and Problems of Descriptive Geometry. by.: M. C. Hak
- 13 - Descriptive Geometry, by : J. H. Earle
- 14 - Engineering Drawing, by : Frank Zozzora

جدول الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
٣	١٩	نو	ذا
٥	٢	نفاذ	نفاد
٩	٢٤	Gasprd	Gaspard
١١	١٢	وطود	وجود
١٢	٣	آثر	أثر
١٣	٧	لمستوي	لمستوي
١٤	١٩	المتوازنة	المتوازية
١٨	٩	الخوارط	خوارط
٢٠	٤	موضوع	موضع
٢١	١	مستوى	مستوي
٢٤	١٤	الاسقاط	الاسقاط
٢٤	٢٣	ان	بأن
٢٨	٢٧	الثلاثة	الثلاث
٣٦	٨	يس	ليس
٣٨	٣	لشكل (٧ب)	الشكل (٨ ب)
٤٧	٢٤	نقطة	نقطة تقاطعهما
٥٥	١٥	المسألة	المسألة (
٦٠	٧	ومستقيم	هو مستقيم
٦٢	١٠	مستقيم	مستقيمي
٦٧	٨	مستو	مستوى
٨٢	١١	عللى	على
٨٣	٤	والمستقيم	والمستقيم
٨٣	١١	وآثارها	وآثارها
٩٦	٢٠	مستوي	بمستو
٩٥	٢١	٩٥	٩٦
٩٦	٢٣	٩٦	٩٥
١٠١	١	لانه	لان
١٠١	٢٣	فاذا
١٠٩	٥	الرسم	بالرسم
١١١	١٦	يمر بمر مركز	يمر بمرکز

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
١١٢	٢٢	المجنني	المنحني
١١٤	٢	ثات	ثابت
١١٤	٢	الدوران	محور الدوران
١٢١	٢	وفي الحالة	وفي هذه الحالة
١٢٦	٦	واطوال	واطول
١٣٠	١	راس	راسم
١٣٠	٨	المخروط	المخروطي
١٣١	٢٣	نكسون	نكسون
١٣٢	١٢	الرئيسية	الرئيسية
١٣٣	٢٥	نقطة ن	نقطة أ
١٣٥	١	مسقط ن	مسقط أ
١٣٥	٢	بالنقطة ن	بالنقطة هـ
١٣٥	٤	لنقطة ن	لنقطة هـ
١٤٠	١٠	الاسطوانة	أسطوانة
١٤٣	١٣	الموضوكة	الموضوكة
١٤٤	١٣	ي ل أ ك	ي أ ل ك
١٤٤	١٧	مستو	مستوي
١٤٨	٥	أتجاه	باتجاه
١٥٠	١٨	المخرط	مخروط
١٥٢	٩	جزء	وجزاء
١٥٤	١	فتح السطو	فتح (افراد) السطوح
١٥٩	٩	٤٥ درجة	٤٤ درجة
١٥٩	١٢	ش ٦٠	ش ٦٣
١٦٣	٢	متغيرتين	متغيرين
١٦٤	١٤	لكبيرة	الكبيرة
١٦٤	١٩	عنه ، صحيحة	عنه صحيحة
١٦٥	٤	سم	ثم
١٧٠	٤	لمتجهة	المتجهة
١٧١	٧	المنطقة	النقطة
١٧١	٢٢	متجهتين	منجهتين
١٧٤	١٥	بدعى	يدعى
١٧٥	٩	مسو	مستو
١٧٥	١٥	مقدار للمحصلة التي	مقدار المحصلة الذي
١٧٦	٤	ن ، هـ	ن هـ
٢٠٢	٤	ارتفاع متر	ارتفاع ١٧٥ مترا

ثبت الكتاب

الصفحة

الموضوع

٣	كلمة المؤلف للطبعة الاولى
٤	كلمة المؤلف للطبعة الخامسة
٥	كلمة المؤلف
٧	الاهداء
٩	الفصل الاول - مقدمة
١٩	تمارين على الفصل الاول
٢٠	الفصل الثاني - تمثيل النقطة
٢٤	تمارين على تمثيل النقطة
٢٦	الفصل الثالث - تمثيل المستقيم
٣٠	تقاطع المستقيمتين
٣٢	تمارين عامة على المستقيمتين
٣٦	الفصل الرابع - تمثيل المستوي
٣٩	اوضاع المستوي
٤٧	تمارين على المستوي
٥٠	الفصل الخامس - تمثيل نقاط ومستويات ومستقيمتين خاصة
٥١	اولا - مسائل الوضع
٦٧	تمارين على مسائل الوضع
٧١	ثانيا - مسائل القياس
٧٦	تمارين على مسائل القياس
٧٨	الفصل السادس - التعامد
٨٩	تمارين على التعامد

الصفحة	الموضوع
٩١	الفصل السابع - المستويات المساعدة او الاضافية
٩٢	المستويات المساعدة الاولى
٩٦	تمارين على المستويات المساعدة الاولى
٩٨	المستويات المساعدة الثانية
١٠٢	تمارين على المستويات المساعدة الثانية
١١٠	الفصل الثامن - الخطوط والمنحنيات والسطوح
١١٤	تمارين على الخطوط والمنحنيات والسطوح
١١٥	الفصل التاسع - الاجسام الهندسية
١١٥	القسم الاول - كثيرات السطوح المستوية
١٢٥	تمارين على القسم الاول من الاجسام الهندسية
١٢٩	القسم الثاني - الاسطوانة والمخروط والكرة
١٤٠	تمارين على القسم الثاني من الاجسام الهندسية
١٤٢	الفصل العاشر - افراد السطوح
١٥٤	تمارين على فتح (افراد) السطوح
١٥٥	الفصل الحادي عشر - الخوارط الطوبوغرافية والخطوط البيانية
١٦٧	تمارين على الخوارط الطوبوغرافية والخطوط البيانية
١٧٠	الفصل الثاني عشر - هندسة الاتجاهات
١٨٣	تمارين على الفصل الثاني عشر
١٨٧	تمارين عامة
١٩٨	تمارين تطبيقية
٢٠٧	الملحق
٢١٨	معجم الكلمات العلمية في الهندسة الوصفية من العربية الى الانكليزية
٢٢٥	مصادر الكتاب
٢٢٦	جدول الخطأ والصواب
٢٢٨	ثبت الكتاب

للمؤلف الكتب والبحوث الآتية :

Seepage of Water Through Earth Storage Dams — 1956

- ٢ - الهندسة الوصفية : الطبعة الاولى ١٩٦٣
- الطبعة الثانية ١٩٦٦
- الطبعة الثالثة المنقحة ١٩٧٢
- الطبعة الرابعة المنقحة ١٩٧٥
- ٣ - التخمين والمواصفات : الطبعة الاولى ١٩٦٧
- الطبعة الثانية المنقحة ١٩٧٠
- الطبعة الثالثة المنقحة ١٩٧٧
- ٤ - مدى صلاحية التربة للاستعمال في سدود الخزن الترابية ١٩٦٥
- ٥ - الطرق البنائية الملائمة المتبعة في مدينة الموصل ١٩٦٧
- ٦ - العلاقة بين الجريان السنوي والامطار في حوض نهر العظيم ١٩٦٨
- ٧ - الضبط المهني في شريعة حمورابي والشرائع التي سبقته ١٩٧٠
- ٨ - التبخر في العراق وضياع ثروتنا المائية به ١٩٧١

9- Hydrographs of Udnaim River at Injana — 1971

- ١٠ - علاقة الامطار بالارتفاع وخطوط العرض في العراق ١٩٧٢
- ١١ - اقتراح لانشاء سدود خزن ترابية في الصحراء الغربية بالعراق ١٩٧٢

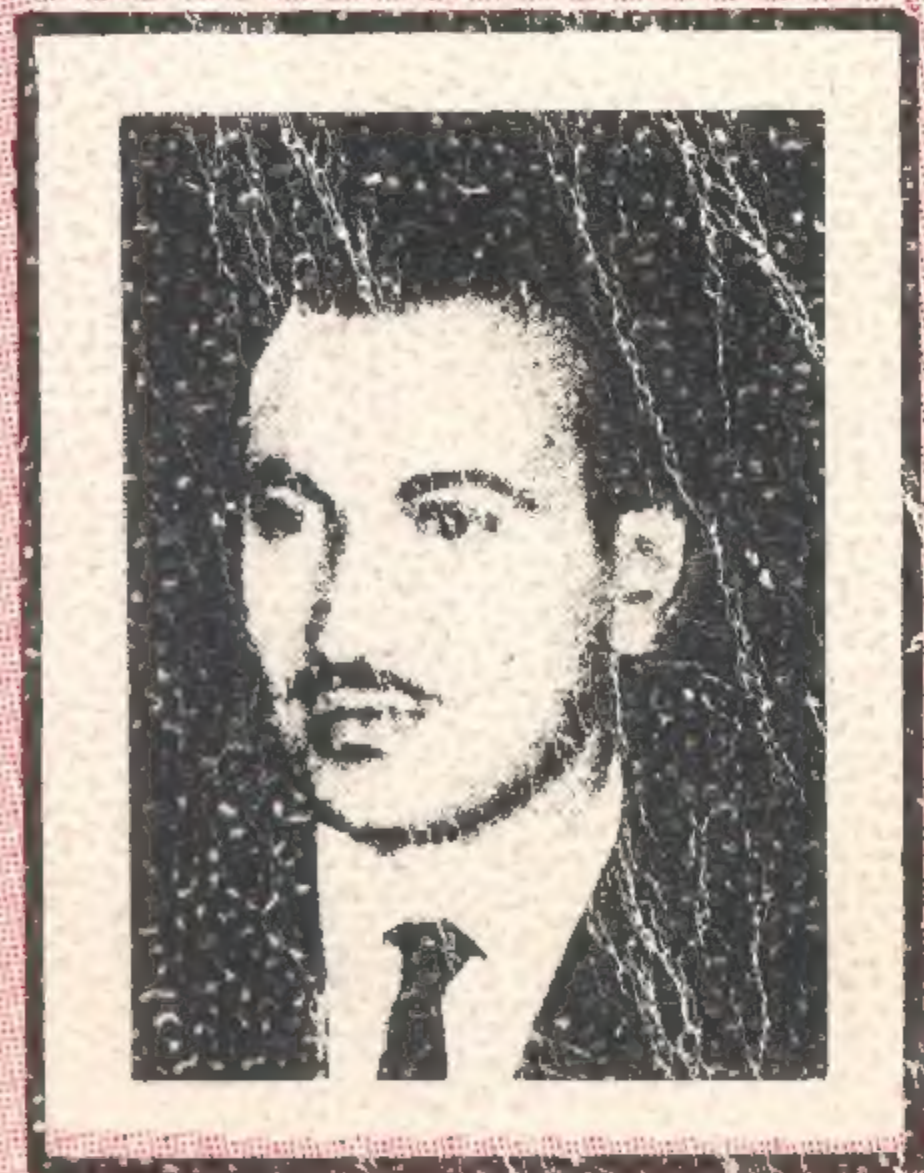
12- Hor El Huwalza for Navigation, Flood Control and Other Exploitation in Regard to the Actual Needs 1974

- ١٣ - تغير معامل الجريان خلال أشهر السنة في نهر العظيم ١٩٧٥
- ١٤ - دراسة العناصر الهيدرولوجية وتأثيرها على الغواص
الرملية في العراق ١٩٧٧
- ١٥ - دراسة هيدرولوجية لحوض نهر الثرثار وامكانية
الاستفادة من مياهه لاعمار منطقة الجزيرة . ١٩٧٧
- ١٦ - تنمية الموارد المائية في الجمهورية العربية اليمنية ١٩٧٨

لقد شارك المؤلف في عدة ندوات ومؤتمرات علمية وهندسية عراقية
وعربية وعالمية

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ١٨١٠ لسنة ١٩٧٩





المؤلف :

- مدحت تفضل فتح الله
- تخرج من كلية الهندسة سنة ١٩٥٢
- حصل على شهادة الماجستير في الهندسة
- التحق من جامعة دالور الأمريكية سنة ١٩٥٦
- من مبرسي في كلية الهندسة في تشرين الأول سنة ١٩٥٦
- رقي الى مرتبة استاذ مساعد في حزيران سنة ١٩٦٣
- رقي الى استاذ مشارك في كانون الثاني سنة ١٩٦٩
- التحق بوزارة الري في ايار سنة ١٩٧٨
- حاضر في الجامعات التالية :
جامعة الموصل
جامعة السليمانية
جامعة النجف
القوة الفنية العسكرية

سعر النسخة الواحدة
١٠٠٠ دينار



مطبعة جامعة بغداد
١٩٨٦